

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Odontología**

**Escuela Profesional de Odontología**



ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I, UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL, AREQUIPA 2019

Tesis Presentada por el Bachiller:

**Cuentas Vilca, Diego Alonso**

Para Optar el Título Profesional de:

**Cirujano Dentista**

Asesor: **Renán Tejada Tejada**

**AREQUIPA- PERÚ**

**2019**



## Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

DR.(A) ALBERTO ALVARADO ACO

### BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 090

Vista la solicitud que presenta don (ña) **DIEGO ALONSO CUENTAS VILCA** a fin de sobre el dictamen de la Tesis titulada **"ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I, UTILIZANDO ADHESIVOS EN SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BONG Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL, AREQUIPA 2019"** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A) ALBERTO ALVARADO ACO  
DR.(A) IVO PALOMINO VALVERDE  
DR. (A) PEDRO GALLEGOS MISAD

ASESOR(A) DR. (A): RENÁN TEJADA TEJADA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DR. PEDRO GALLEGOS MISAD  
1.º Asesor de la Facultad de Odontología

Arequipa, 19 de NOVIEMBRE del 2019

### INFORME

- Revisar mejor los antecedentes Investigativos
- Modificar el Resumen
- Ampliar el marco teórico
- Revisar Conclusiones y Recomendaciones

*JJ* 25-11-19

*Hecho la entrega del presente Dictamen  
a la persona para ser revisado*

Arequipa, 2019 *JJ* 04-12-19

2019-11-19  
10:04



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 [ucsm@ucsm.edu.pe](mailto:ucsm@ucsm.edu.pe) <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

DR.(A) IVO PALOMINO VALVERDE

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 090

Vista la solicitud que presenta don (ña) DIEGO ALONSO CUENTAS VILCA a fin de sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I, UTILIZANDO ADHESIVOS EN SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BONG Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL, AREQUIPA 2019" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A) ALBERTO ALVARADO ACO  
DR.(A) IVO PALOMINO VALVERDE  
DR. (A) PEDRO GALLEGOS MISAD

ASESOR(A) DR. (A): RENÁN TEJADA TEJADA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
*[Firma]*  
DR. PEDRO GALLEGOS MISAD  
Especialista en la especialidad de Odontología

Arequipa, 19 de NOVIEMBRE del 2019

INFORME

*Respecto al jurado hebreo recibo el boleta de tesis se hebreo modifco los siguientes puntos*

- Reemplazar Grupos, Monoxión*
- Introducir Discusión, Recomendaciones 29/11/2019*

*Hebreo subenado los stens de arriba se da pero lo requiera aceptacion tesis*

Arequipa, 2019 *04/12*

2019-11-19  
10:05



## Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ [ucsm@ucsm.edu.pe](mailto:ucsm@ucsm.edu.pe) 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

DR.(A) PEDRO GALLEGOS MISAD

### BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 090

Vista la solicitud que presenta don (ña) **DIEGO ALONSO CUENTAS VILCA** a fin de sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I, UTILIZANDO ADHESIVOS EN SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BONG Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL, AREQUIPA 2019" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A) ALBERTO ALVARADO ACO  
DR.(A) IVO PALOMINO VALVERDE  
DR. (A) PEDRO GALLEGOS MISAD

ASESOR(A) DR. (A): RENÁN TEJADA TEJADA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DR. SIBOTÓ PALOMINO VANDAS  
Director de la Facultad de Odontología

Arequipa, 19 de NOVIEMBRE del 2019

#### INFORME

Señor Decano de la Facultad de Odontología, habiéndose revisado el presente Borrador de Tesis, se le hacen las siguientes correcciones:

- \* Modificaciones en la Carátula
  - \* Separadores de Capítulos
  - \* Numeraciones
- 21/11/19

Habiéndose Realizado las Correcciones Partimentales en el presente Borrador de Tesis, se da pase "Favorable" para la Sustentación del mismo

Arequipa, 2019 03 de Diciembre

2019-11-19  
10:05

## AGRADECIMIENTO

*Doy gracias a Dios por haberme guiado en toda mi vida y a mis padres por siempre confiar en mí y siempre estar dispuestos a ayudarme por eso les dedico esta tesis.*



## EPÍGRAFE



*Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.*

***Albert Einstein***

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en Arequipa urbana, en el ámbito específico del Centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM- Universidad Católica de Santa María. Es un estudio de investigación de tipo cuantitativo, observacional, retrospectivo, transversal de nivel relacional. Las variables han sido investigadas y para su procesamiento han requerido de la prueba de chi cuadrado con un nivel de significancia del 5%; para la recopilación de los datos se usó la ficha de recolección de datos.

Esta investigación tiene como objetivo general comparar el grado de microfiltración marginal en cavidades clase I, utilizando adhesivos de séptima generación, GC G-Bond y FGM Ámbar Universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, Arequipa 2019.

Los resultados muestran que el grado de microfiltración marginal utilizando GC G-Bond y FGM Ámbar Universal no presentó diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ). Utilizando el adhesivo GC G-Bond menos de la mitad de las muestras no presentaron microfiltración marginal, mientras que utilizando el adhesivo FGM Ámbar Universal la mitad de las muestras no presentaron microfiltración marginal en cavidades clase I.

**Palabras Clave:** Grado de microfiltración, cavidades clase I, adhesivos de séptima generación, GC G-Bond y FGM Ámbar Universal

## ABSTRACT

The present work was carried out in the general area of urban Arequipa, in the specific area of the Center for the production of goods and services of materials testing of the EPIMMEM- Catholic University of Santa María. It is a quantitative, observational, retrospective, cross-sectional research study of a relational level. The variables have been investigated and for processing they have required the chi-square test with a significance level of 5%; The data collection form was used to collect the data.

This research has as a general objective to compare the degree of marginal microfiltration in class I cavities, using seventh generation adhesives, GC G-Bond and FGM Universal Amber associated with selective etching technique in dental enamel, Arequipa 2019.

The results show that the degree of marginal microfiltration using GC G-Bond and FGM Amber Universal showed no significant statistical difference ( $P > 0.05$ ). Using the GC G-Bond adhesive less than half of the samples did not have marginal microfiltration, while using the FGM Amber Universal adhesive half of the samples did not have marginal microfiltration in class I cavities.

**Keywords:** Microfiltration grade, class I cavities, seventh generation adhesives, GC G-Bond and FGM Universal Amber.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso de materiales de restauración de resina ha aumentado gracias a las mejoras en los sistemas adhesivos. En el siglo XX, se da inicio a una nueva etapa en la odontología restauradora consiguiendo muchos beneficios, en los cuales se encuentran variedad, estética, mimética, funcionalidad.

La adhesión es fundamental para contrarrestar la contracción de la polimerización, conseguir una correcta retención, un mejor comportamiento mecánico y un buen sellado marginal, lo que daría lugar a una buena estética. Buonocore en 1955, introdujo la técnica del grabado con ácido fosfórico, para mejorar la adhesión de la resina al esmalte.

Con el paso de los años se desarrollaron diferentes tipos de adhesivos, de tres pasos, de dos pasos, y por último de un solo paso que son los adhesivos de séptima generación o adhesivos autograbantes, estos implican un procedimiento menos sensible a la técnica, ya que realizan la adhesión sin la necesidad de lavar los monómeros ácido y así controlar la humedad de la cavidad dentaria

Por último, un adhesivo de autograbado suave deja cristales de hidroxiapatita disponibles para la unión química con los monómeros funcionales de calcio, lo que puede contribuir a una interacción más eficaz.

Muchos investigadores comenzaron a combinar e interactuar técnicas y protocolos buscando obtener mejores resultados, surgiendo el grabado selectivo de esmalte; Donde el sellado marginal y la unión al esmalte tienen mejores resultados con un grabado ácido acompañado de la técnica de autograbado mejorando el sellado marginal y la unión de la restauración con la estructura del esmalte.

Es así que, dado lo mencionado anteriormente el objetivo de esta tesis fue la comparativa del grado de microfiltración marginal en las restauraciones de resina compuesta en cavidades clase I, realizadas con la técnica de grabado selectivo en dos diferentes adhesivos de séptima generación en dientes molares humanos in vitro. Para recrear los cambios de temperatura de la cavidad bucal y el intervalo de permanencia en una restauración se utilizó el procedimiento de termociclado manual, en donde llevamos las muestras a dos temperaturas opuestas  $\pm 55^{\circ}\text{C}$  y  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  por 20 segundos.

**Contenido**

AGRADECIMIENTO .....	ii
EPÍGRAFE .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	ix
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Determinación del Problema:</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Enunciado del Problema:</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Descripción del problema</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4. Justificación</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>5</b>
2.1 Histología del esmalte.....	5
2.2 Estructura.....	7
2.3 Propiedades físicas.....	14
2.4 Composición química .....	16
2.5 Dentina.....	17
2.6 Adhesión .....	19
<b>ANÁLISIS ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</b> .....	<b>36</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>40</b>
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	<b>41</b>
<b>PLANTEAMIENTO OPERACIONAL</b> .....	<b>40</b>
<b>1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:</b> .....	<b>41</b>
<b>2. Campo de verificación:</b> .....	<b>43</b>
<b>3. Estrategia de recolección:</b> .....	<b>44</b>
<b>4. Estrategia para manejar los resultados:</b> .....	<b>45</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>53</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>55</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL ...</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 2: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL .....</b>	<b>51</b>



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>GRÁFICO N° 1: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL ...</b>	48
<b>GRÁFICO N° 2: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL.....</b>	50
<b>GRÁFICO N° 3: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL.....</b>	52





# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA**

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Determinación del Problema:

El objetivo principal de una restauración consiste en devolver la funcionalidad, estética y propiedades al diente; que éste pierde como consecuencia de procesos fisiopatológicos o y de defectos congénitos.

En la actualidad las resinas compuestas han tomado un protagonismo indudable entre los materiales de obturación utilizados mediante técnica directa y constituyen el material restaurador más utilizado en odontología, pues son estéticamente aceptables.

Si bien las resinas compuestas son un excelente material de obturación, siguen teniendo problemas tales como la falta de adhesión química al tejido dentario, coeficiente de variación dimensional térmico distinto a la pieza dentaria, contracción de polimerización y sensibilidad, en las resinas compuestas, la falta de adhesión a las estructuras dentarias altera el sellado marginal creando microfiltraciones.

Si bien se conoce el grado de adhesión, tasa de éxito de los diversos productos adhesivos que existen en el mercado, se requiere de un mejor estudio de investigaciones científicas sobre microfiltración.

### 1.2. Enunciado del Problema:

“Estudio comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal en cavidades clase I, utilizando adhesivos de séptima generación, GC G-bond y FGM Ambar universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, Arequipa 2019”

### 1.3. Descripción del problema

#### a) Área de conocimiento

a.1 Área general: Ciencias de la salud

a.2 Área específica: Odontología

a.3 Especialidad: Cariología

a.4 Línea: Adhesivos Dentales

**Análisis de variables**

VARIABLE	INDICADOR	SUBINDICADORES
<b>INDEPENDIENTE</b>		
Adhesivo de séptima generación GC G-bond asociado a técnica de grabado selectivo		
<b>INDEPENDIENTE</b>		
Adhesivo de séptima generación FGM Ambar universal asociado a técnica de grabado selectivo		
<b>DEPENDIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe penetración del colorante</li> </ul>
<b>Micro filtración marginal:</b> Ingreso de fluidos de la boca en el espacio entre la pieza dentaria y el material de restauración producido por una falta de sellado hermético entre ambas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetración del colorante hasta la mitad de la pared proximal o libre</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetración del colorante en toda la pared proximal o libre sin llegar al piso de la restauración</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetración del colorante en el piso de la restauración</li> </ul>

**b) Interrogantes Básicas**

- ¿Cuál es el grado de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando adhesivos de séptima generación, GC G-bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental?
- ¿Cuál es el grado de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando adhesivos de séptima generación, FGM Ambar universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental?
- ¿Cuál es el adhesivo que presenta menor microfiltración marginal, el GC G-bond o el FGM Ambar universal en el esmalte dental?

**c) Taxonomía de la investigación**

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	1. Por la técnica de recolección	2. Por el tipo de dato que se planifica	3. Por el número de mediciones de la variable	4. Por el número de muestras o población	5. Por el ámbito de recolección		
<b>CUANTITATIVO</b>	<b>OBSERVACIONAL</b>	<b>RETROSPECTIVO</b>	<b>TRANSVERSAL</b>	<b>ANALÍTICO</b>	<b>DOCUMENTAL</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>	<b>RELACIONAL</b>

#### 1.4. Justificación

##### **Relevancia científica:**

Esta investigación tiene relevancia científica ya que dará conocimiento sobre el grado de microfiltración marginal entre el diente y la restauración de resina usando dos diferentes tipos de adhesivos de séptima generación o autograbantes asociado a técnica de grabado selectivo.

##### **Originalidad:**

La originalidad de esta investigación radica en la determinación del grado de microfiltración que existe entre los dos tipos de adhesivos con el diente.

##### **Relevancia contemporánea:**

Por ser una investigación actual que ofrece una nueva visión de la determinación del grado de microfiltración marginal de una restauración de resina compuesta en una cavidad tipo I.

##### **Contribución académica:**

La presente investigación constituirá un aporte científico para la comunidad odontológica, así como para los odontólogos en formación.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Histología del esmalte

La composición del esmalte es, en su mayoría, material inorgánico. Es así que no puede clasificarse como tejido celular. El esmalte es la sustancia más calcificada, debido a sus cristales de hidroxapatita que lo hace el tejido con más dureza de todo el organismo. Tiene una propiedad particular para resistir fuerzas de impacto ya sean leves o graves sin quebrarse (1).

Este tejido carece de sistema circulatorio, así como células y poros microscópicos. Sus propiedades varían según su dirección, ya que, estos pueden estar ubicados en planos tangenciales, oblicuos y longitudinales. Al ser altamente mineralizado es frágil y duro a la vez, además de estar en directa relación con el medio ambiente.

El esmalte es un tejido que posee un 97% de mineral, un 0.3% de material orgánico y un 2.7% de agua, en cambio la dentina es un tejido consistente en 70% de mineral y un 20% de material orgánico principalmente colágeno y 10% agua (2).

**Características que lo hacen un tejido único:**

- El esmalte se deriva embriológicamente del ectodermo y se forma a partir del órgano del esmalte.
- Las proteínas con agregados de polisacáridos participan en su matriz orgánica.
- Estos cristales suelen ser más grandes que los que se encuentran en los tejidos mineralizados, además de ser densos y compactos.
- El esmalte es un tejido que no puede repararse ni regenerarse porque los ameloblastos desaparecen después de la formación del tejido, pero pueden remineralizarse.
- Es un tejido que no tiene células ni extensiones celulares, es avascular y sin inervación (1).

La matriz orgánica del esmalte está compuesta principalmente de un componente de tipo proteico constituyendo un sistema de multiagregados polipeptídicos que no han sido determinados en forma definitiva. Dentro de esta matriz se han identificado una gran cantidad de proteínas (2).

## 2.2 Estructura

El cuerpo del esmalte está conformado principalmente por cristales que en conjunto forman los prismas (1).

### Cristales

La sustancia calcificada del esmalte está contenida en cristales de hidroxiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  de mayores dimensiones que las que podemos observar en otras estructuras calcificadas del cuerpo.

Los cristales del esmalte son más voluminosos que los existentes en la dentina y en el tejido óseo, alcanzando una longitud de 100-1000nm, un ancho de 30-70nm y una altura de 10-40nm. La forma y el tamaño del cristal maduro varían con el grado de mineralización y la ubicación dentro del tejido adamantino (3).

Vistos desde un punto de vista óptico, son translúcidos y birrefringentes. Los cristales que se están desarrollando tienden por adoptar la forma de barras y plaquetas. Algunos cristales pueden llegar a medir hasta 210nm. Estos son muy difíciles de medirlos, ya que escapan al campo del microscopio electrónico.

Estas uniones iónicas denotan un sólido con alta energía superficial, lo que es considerado una situación favorable, ya que esto facilita la atracción de un líquido como el adhesivo de las resinas compuestas (4).

La unidad básica del esmalte son los prismas, estos pueden formar esmalte prismático y aprismático; el esmalte prismático se encuentra en la mayor parte de la pieza dental y el aprismático en su periferia (2).

La ubicación de los cristales es inclinada en relación al eje medio y esto forma un ángulo que puede variar según su ubicación en el prisma, pero siendo perpendicular al centro (1).

### **Esmalte prismático**

Anteriormente, el esmalte describía al prisma como un cuerpo de 5 o 6 lados, visto desde una sección transversal, que parecía formar un pavimento separado por vainas interprismáticas.

Lo que se observa en una sección transversal es una serie de cúpulas circulares que terminan en una base irregular, ubicadas en filas superpuestas.

Según otros autores la forma del prisma puede ser circular, irregular, con forma de domo o tener la base en forma de V, lo que separa a estos es la sustancia interprismática. Todo el prisma tiene el mismo grado de mineralización, la base del esmalte prismático empieza con los prismas y estos se dirigen longitudinalmente a la superficie, que es 4-10 $\mu$ m y se vuelven más gruesos a medida que se acercan a la superficie. Su número varía en relación con el tamaño de la corona y oscila entre 5 y 12 millones. La disposición varía según el tipo de corte realizado. Por lo tanto, en una sección longitudinal, se observan como bandas delgadas irregulares, en una sección transversal se presentan como secciones hexagonales irregulares, en forma de huevo o de manera similar a las escamas de pescado. Lo anterior concuerda con la estructura clásica donde la sustancia interprismática se encuentra entre las estructuras de los prismas y que su grado de mineralización es igual o menor que los prismas y la vaina del esmalte. En la actualidad gracias a la microscópica se ha observado que en la estructura del esmalte los prismas se ven en forma de palos ubicados paralelamente irregular y una morfología en forma de ojo de cerradura y se observó que el cuerpo tenía, un área de más de 5  $\mu$ m de ancho, limitada por áreas cóncavas y una cola cuya longitud es de 9  $\mu$ m. Su disposición está muy relacionada entre sí, ya que las colas siempre están unidas a los cuerpos de los otros prismas, este sistema de unión es el que brinda mayor resistencia al esmalte ya que esta distribución permite una mejor distribución de las fuerzas y de la misma manera que los prismas están dispuestos de tal manera, significa que su cabeza está dirigida hacia el extremo incisal u oclusal del diente y la cola hacia el área de las encías (5)

La orientación del prisma es bastante complicada, estos se dirigen desde la unión amelodentinaria a la superficie externa del diente, se organizan y organizan en filas o planos periféricos alrededor del eje principal del diente, entre las filas cambia la orientación en algunos grados (2).

### **Esmalte aprismático**

Este es la parte más externa del esmalte, la cual no tiene prismas y los cristales están ordenados en forma perpendicular con respecto a las superficies; estos se encuentran en la capa externa que tiene un grosor de  $30\mu\text{m}$ , en dientes temporales y los dientes permanentes esta cantidad es mayor superando el 50% del diente, más en zonas cervicales, fosas y fisuras, estas dos últimas en piezas que no presenten cúspides. Estas áreas están relacionadas con la ausencia o el menor desarrollo de procesos de tomo de ameloblastos. Estas áreas son responsables del hecho de que cuando se realiza la corrosión ácida, no se forman las microretenciones requeridas para la técnica adhesiva adecuada, por lo que se debe aumentar el tiempo de grabado o eliminar el esmalte periférico. Finalmente, estas áreas también están en la unión melodentinaria, dada la falta de desarrollo de los procesos de Tomos en la formación de esta área (1).

En los dientes permanentes, las filas de los primas cervicales se desvían de la horizontal y se inclinan hacia la apical. En la región de la cúspide, las líneas tienen una orientación vertical o perpendicular. Además, los prismas forman ángulos agudos de aproximadamente  $60^\circ$  hacia la profundidad de las ranuras y hoyos, los prismas de las cúspides forman ángulos de aproximadamente  $90^\circ$  con respecto a la superficie externa del esmalte y también crean ángulos obtusos a oclusales.  $106^\circ$  cuando terminan en la superficie correspondiente al tercio gingival de las caras laterales de la parte (2).

### **Tamaños de los prismas**

El esmalte se forma apartir del ameloblasto, dicho ameloblasto comienza su producción en el límite amelodental y avanza hacia la superficie para determinar el tamaño y la forma definitivos del diente. Los ameloblastos están muy juntos, formando

una cúpula cóncava o manto, secretando el esmalte en un organismo vivo que tiene una biología compleja.

Es correcto decir que cada prisma atraviesa el esmalte por completo, si el ameloblasto muere bajo cualquier circunstancia y es reemplazado por otro en cuyo caso el prisma se interrumpe. A medida que la superficie de deposición del esmalte aumenta a medida que progresa la calcificación, el diámetro del prisma varía entre 3  $\mu\text{m}$  en el límite amelodental y 6  $\mu\text{m}$  en la superficie final del diente. Su longitud promedio es de 9  $\mu\text{m}$ . La fila de ameloblastos no es perfectamente perpendicular a la superficie del esmalte que se está formando; Esto tiene una ligera inclinación que puede ser dada por la resistencia al avance que ofrecen otras estructuras blandas del órgano del esmalte. Es por eso que los prismas no parecen ser perfectamente circulares sino irregulares (7).

### **Dirección de los prismas**

Los prismas están orientados en ángulo recto con la superficie de la dentina. En las partes cervical y central de la corona de un diente caducifolio son horizontales. Los prismas cerca del borde incisal cambian gradualmente en una dirección cada vez más oblicua hasta que están casi verticales en la región del borde, en los dientes definitivos la estructura del prisma sigue orientada de la misma forma que los caducifolios pero en el cuello cervical la estructura prismática tiene un cambio en su orientación, ubicándose perpendicularmente al ápice. Los prismas rara vez son rectos, generalmente siguiendo un camino ondulado desde la dentina hasta la superficie del esmalte. Las desviaciones más significativas de una trayectoria radial recta se pueden describir de la siguiente manera: si dividimos la parte media de la corona en discos horizontales delgados, los números primos de los discos adyacentes se curvarán en direcciones opuestas. Si los discos se cortan en un plano oblicuo, especialmente cerca de la dentina en la región de la cúspide, la disposición de los prismas es aún más compleja: los fascículos del prisma parecen estar entrelazados de manera más irregular (6).

### **Sustancia interprismática**

Como es bien sabido, los prismas de esmalte están envueltos o cubiertos en forma de dedo enguantado por vainas de elementos orgánicos, que en la mayoría de los casos casi no aíslan por completo la sustancia interprismática calcificada o el cemento interprismático, y no deben estar confundido. Estas cápsulas se dividen en células formadas por la misma sustancia orgánica que rodea los prismas, que se asemeja a los alvéolos de panal. Esto significa que los prismas no están constituidos como una unidad completa de la superficie del tejido a la unión amelodental, sino que están formados por secciones, cada sección dentro de su célula, que se superponen muy regularmente entre sí, las celdillas se ordenan en forma que queden como una pared, y estas tienen una estructura simétricamente igual, lo cual hace que estas encajen una encima de otra sin necesitar algún agente que las adhiera entre si. La unión de las secciones es lo que se observa en los cortes como estrías, llamadas estrías de esmalte. Las vainas de los elementos orgánicos del prisma y las divisiones formadoras de células, como la cutícula de Nasmyth y las láminas del esmalte, también son resistentes a los ácidos (7).

La vaina es una línea más definida, que involucra la cabeza del prisma y su espesor estimado es de 0.1 a 0.5  $\mu\text{m}$ , que se puede observar por microscopía electrónica u óptica. En la vaina de los prismas, los cristales de apatita están orientados en otra dirección y tienen un tamaño diferente al de los otros prismas (5).

### **Estrías de Retzius**

- Estas líneas aparecen en forma de franjas marrones en los cortes debido al desgaste del esmalte. Muestran cómo se desarrolla el esmalte, esta es la sucesiva aposición de las capas de tejido durante la formación de la corona. En las secciones longitudinales rodean la punta de la dentina. En las porciones cervicales de la corona, tienen una trayectoria oblicua. Desde la articulación amelodental hasta la superficie, se desvían en la dirección oclusal. En las secciones transversales de un diente, las líneas incrementales de Retzius se ven como círculos concéntricos.

Estos se pueden comparar con los anillos de crecimiento de un árbol. Se llaman "líneas agrandadas" porque reflejan variaciones en la estructura y mineralización que ocurren durante el crecimiento del esmalte (8).

Estas son líneas que ocurren en el esmalte como resultado de una breve interrupción o alteración de la calcificación.

Se separan a distancias regulares en el límite de dentina. Tienen una dirección oblicua en relación con la superficie del esmalte.

Cuando las estrías de Retzius alcanzan la superficie del diente, tienden a formar una ligera depresión o imbricación superficial. Hay estrías fisiológicas y patológicas, la línea neonatal es característica.

### **Laminillas, penachos y husos**

Las laminillas del esmalte son la representación de la mínima mineralización que existe en el desarrollo o formación del esmalte y estas descienden hacia la dentina desde la superficie libre. Se clasifican en lamas tipo I, II y III, que dependen del mayor o menor enganche del esmalte:

- Lámina tipo I: no comprometen todo el grosor del esmalte, es el defecto más pequeño.
- Lámina tipo II: cubren desde la superficie hasta el borde amelodentinario, incluso comprometen la dentina; aquí, también hay residuos celulares que permanecen durante la formación del esmalte.
- Lámina tipo III: son más profundas y anchas, permitiendo la entrada de elementos extraños de la cavidad oral en esta área (9).

Cuando el esmalte se quiebra por algún agente externo, las células de este, llenan la grieta que se forma; pero en el fondo de la grieta se depositan células sin vitalidad, en cuanto a las superficiales encontramos células con vitalidad, pero se pierden con el tiempo y estas células se unen para formar una membrana cornificada. Estas están

ubicadas en forma longitudinal y también se encuentran alrededor del diente, de oclusal hacia cervical, es por esto que las laminillas tipo III se observan en cortes horizontales. También se puede interpretar que las bacterias de la caries pueden ingresar fácilmente porque las laminillas tipo III son las menos resistentes del diente.

Pueden ser clasificadas según:

- Tipo a: son áreas hipomineralizadas, determinadas por segmentos de prismas poco mineralizados que se formaron antes de la erupción.
- Tipo b: se forman antes de la erupción, son regiones de esmalte ocupadas por células degeneradas que pueden pasar a través de la dentina y sus paredes pueden tener mineralización normal o hipomineralizada.
- Tipo c: se forman después de la erupción y pueden pasar a través de la dentina. Hay áreas sin esmalte ocupadas por residuos de saliva orgánica.

Las láminas terciarias o falsas se producen por traumatismos o accidentes que se producen en las técnicas de histología.

**Penachos de linderer:** estructuras similares a las grietas del esmalte. Varían desde el tercio interno del esmalte y se implantan desde el límite del esmalte dental, tomando la forma de un arbusto. Estos se forman en el desarrollo producido por cambios repentinos en la dirección de los grupos de prismas debido a la orientación de los ameloblastos en la amelogénesis, ya que las plumas tienen poco tejido mineralizado de esmalte rico en proteínas.

Las plumas de esmalte se originan en la unión esmalte-dentinal y viajan al esmalte de un quinto a un tercio de su grosor.

Los mechones están compuestos por prismas de esmalte hipocalcificados y sustancias interprismáticas. Al igual que los cubreobjetos, se extienden hacia el eje longitudinal de la corona. Por lo tanto, se observan abundantemente en secciones horizontales y

raramente en longitudinales; su presencia y desarrollo son consecuencia de las condiciones espaciales en el esmalte o que datan de este.

**Husos adamantinos:** estos tienen forma de clavos irregulares mientras que se acercan a la unión amelo-dentinaria, y en el fondo de estos se encuentran los ameloblastos y sus extensiones entran a los túbulos. Su ubicación mayor es en las superficies, como las cúspides de molares, premolares y bordes incisales de piezas anteriores (10).

### **Grietas del esmalte**

Estas son de difícil visualización para el ojo del ser humano e incluso inobservables en fotografías intraorales, por ese motivo es que el profesional no detecta su presencia; si es que se quisieran detectar tendría que usarse una buena luz o incluso la técnica de transluminación mediante la fibra óptica. Su origen se debe a diversas causas, como por ejemplo la agresión mecánica y térmica en el momento de la erupción de la pieza dental ya que el esmalte es un tejido rígido (5).

### **2.3 Propiedades físicas**

- I. **Dureza:** Es una propiedad física de un objeto, que le permite soportar rayaduras o deformaciones provocadas por cualquier objeto que aplique presión sobre él, mientras más mineralización tenga la pieza dental más dureza tendrá y esta propiedad irá en disminución en capas hacia su interior, la dureza de este tiene un valor de 5 en escala Mohs, pero esta disminuirá en su interior, como ya se mencionó anteriormente.
- II. **Elasticidad:** Esta propiedad es tanta como la cantidad de agua y de material orgánico que posea el objeto. Como se sabe el porcentaje de agua en el esmalte es poco al igual que el material inorgánico, con esto podemos inferir que el esmalte tiene gran fragilidad, lo que no pasa con la dentina.
- III. **Color y transparencia:** La luz puede atravesar la estructura del esmalte por el grado de mineralización que tiene este. En las áreas donde el espesor es delgado el color a la vista será blanco hacia amarillo y hacia un tono gris, pero en zonas de un espesor mayor el color dependerá de la estructura anterior a ella.

- IV. **Permeabilidad:** actúa como una membrana semipermeable, por lo que esta característica es muy baja, permitiendo el paso de agua e iones de la saliva. Este es un sistema submicroscópico en el que el agua actúa como un transportador de iones (este sistema se utiliza para el transporte de fluoruros), reemplazando los grupos hidroxilo con grupos fluoruro, para que haya una mayor resistencia al ataque de ácido y, por lo tanto, a la caries.
- V. **Radiopacidad:** el esmalte tiene un radio de opacidad muy alto, apareciendo como áreas radiolúcidas, donde se encuentran la descomposición y la descalcificación del área afectada (1).
- VI. **Peso absoluto y peso específico:** el peso absoluto depende del tamaño de cada diente y el peso específico es 2.95, con apatita es 3.1.
- VII. **Densidad:** la densidad disminuye desde la superficie libre hasta el límite dental y varía entre 2.8 y 3, pero la densidad es diferente entre los diferentes dientes (2).
- VIII. **Grado de refracción:** el esmalte es birrefringente, dando una variación de 0.004 entre el índice de refracción, entre un radio común (1.627) y un radio extraordinario (11).
- IX. **Solubilidad:** En el esmalte en la zona más profunda la solubilidad se presenta con mayor fuerza mientras que en la superficie no.
- X. **Carga eléctrica:** se administra por cataforesis, ya que forma partículas de la sustancia a estudiar, que se somete a la acción de una corriente eléctrica, se pulveriza el esmalte y se coloca en un medio que tiene un pH superior a 3,6, es se comportará como una corriente negativa y la más pequeña será una carga positiva.
- XI. **Espesor:** es la distancia entre la superficie libre y el límite amelodental. Esto no es uniforme y varía con diferentes dientes, varía entre diferentes áreas del mismo diente. Las variaciones en el grosor se pueden determinar en:

En el borde incisal y cuspídeo hacia la región cervical el espesor decrece.

- a) Se puede apreciar un mayor espesor por la cara vestibular que por la cara palatina o lingual.

- b) Tanto por las caras vestibular como palatino o lingual, se encuentra un espesor mayor a nivel mesial.
- c) En las piezas dentarias como los incisivos y caninos el espesor en los superiores es mayor que en los inferiores.
- d) En los premolares el espesor del esmalte es mayor en los superiores que en los inferiores y a su vez es mayor en el primer premolar que en el segundo.
- e) En los molares, presenta mayor espesor la cúspide mesial que las cúspides distales tanto en los superiores como en los inferiores. Presenta mayor espesor los primeros molares respecto a los segundos molares y estos a los terceros molares.

#### 2.4 Composición química

Está compuesta por 97% mineral, 0.3% orgánico y 2.7% agua, lo que no pasa en la dentina que tiene un porcentaje mineral menor al esmalte en 27% y material orgánico de 20%, donde el colágeno es el principal componente y esta matriz orgánica también se identificó que está hecha de proteína, pero no se sabe muy bien su tipo.

Las calcoglobulinas son sectores donde se acumula esta materia orgánica, en cambio las zonas donde estas están disminuidas se llaman calcoferitos.

El espesor de la calcoglobulina es  $0.5\mu\text{m}$  y de los calcoferitos es  $3-6\mu\text{m}$ . La parte mineral esta compuesta en su mayoría por minerales de fosfato y carbonato su fórmula es  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , estos están ubicados en la matriz para originar los cristales.

La existencia de este mineral es nula en el esmalte, pero lo que posee es K, Mg, Fe, Cu, Mn, F, además de sulfatos.

A comparación de la dentina, los cristales de esmalte son de mayor volumen y tienen un espesor de  $100-1000\text{nm} \times 30-70\text{nm} \times 10-40\text{nm}$ , estos se parecen a hexágonos regulares, alrededor de los cristales se encuentra el agua para que siempre estén hidratados, pero esta capa disminuirá mientras el paciente envejezca. Debajo de la estructura del cristal se encuentra una capa de iones (1) (3).

## 2.5 Dentina

La dentina es una estructura del diente y la más abundante, esta se origina gracias a unas células llamadas odontoblastos, que difieren de la papila dental entre la octava y la novena semana de vida fetal. Los odontoblastos son células de origen mesodérmico que, cuando se diferencian, dejan de dividirse y producen matriz extracelular y el producto de este será un tejido sin mineralización al cual se le denominará como pre dentina. La dentina puede ser dividida o estudiada visto desde su formación y se puede clasificar en, primaria, secundaria y terciaria.

- **Dentina primaria.** Esta constituye la mayoría de la estructura dental y da los límites para que la pulpa este por dentro de la cámara pulpar. Su capa externa, llamada mantel dentina, difiere del resto de la dentina primaria. Esa capa es la primera capa de dentina formada por odontoblastos recién diferenciados. Tiene aproximadamente 20 micras de ancho y tiene una matriz orgánica compuesta de sustancia básica y fibrillas gruesas de colágeno que se empaquetan. Esta matriz está ligeramente menos mineralizada que el resto de la dentina primaria, a veces llamada dentina circumpulpar.
- **Dentina secundaria.** La dentina secundaria es la que ocurre después de que se forma la raíz del diente. Su deposición es mucho más lenta que la de la dentina primaria, pero su producción continúa en todo el diente. La distribución de los túbulos en esta dentina es algo menos regular que en la dentina primaria y el límite entre los dos se manifiesta por un cambio en la dirección de los tubos dentales. Como resultado del depósito continuo, la masa de la pulpa comienza a disminuir gradualmente con la edad.
- **Dentina terciaria.** La dentina terciaria también se conoce como dentina restauradora, reactiva, irregular o patológica. Puede deformar la cámara pulpar en lugares donde hay noxa o estímulo localizado en un intento de aislar la pulpa del área afectada. También puede ocurrir como reacción a estímulos dañinos, como caries o procesos de

reparación dental. Esta dentina es más amorfa, menos tubular y algo menos regular que la dentina primaria. Está hipomineralizado, presentando áreas de hipermineralización (12).

### **Propiedades físicas de la dentina**

La dentina tiene un color blanco amarillento que depende de su grado de mineralización, la vitalidad de la pulpa, la edad del diente y la presencia o ausencia de pigmentos endógenos o exógenos. Es un poco más difícil que el cemento y el hueso, pero es más pequeño que el esmalte y es muy permeable porque está atravesado por canales llamados tubos dentales. La densidad y el tamaño de sus tubos varían según el área anatómica analizada.

Una de las propiedades físicas más importantes de la dentina es la elasticidad que compensa la rigidez del esmalte y amortigua los efectos de los movimientos de masilla. Su módulo elástico está asociado con el contenido mineral, así como con la porosidad de la estructura (13).

La combinación de propiedades mecánicas para la dureza y la elasticidad de la dentina juega un papel importante en la distribución del estrés cuando las fuerzas de masticación también se aplican al material de relleno del diente restaurado (14).

El grosor varía según el diente. En las secciones inferiores es mínimo (1-1.5 mm), mientras que es máximo en perros y molares (3 mm) (15).

### **Composición de la dentina**

70% inorgánico, 20 a 18% orgánica y 12% de agua.

### **Estructura de la dentina**

La dentina está formada por túbulos estos tienen diámetros que disminuyen mediante que se acercan a la pulpa, dentro de estos túbulos están las prolongaciones de los odontoblastos; siempre dentro de estos túbulos hay fluidos que están en constante flujo hacia el exterior, esta es una de las razones por la que las resinas no penetran en ellos

(16).

### **Matriz mineralizada**

Está formada de fibras de colágeno, pero estas tienen un gran grado de mineralización, en especial su contenido es la hidroxiapatita. La matriz mineralizada de la dentina tiene cristales de menor tamaño que el esmalte y su composición es de F, Cu, Zn, Fe, Mg, carbonatos, fosfatos amorfos y sulfatos.

La parte orgánica tiene en su mayoría colágeno tipo I y siendo más exactos un 90%, también contiene colágeno III, IV, V, VI, pero en pequeñas cantidades, en su composición también se puede encontrar proteínas en formas de glicoproteínas, proteoglicanos e iones orgánicos.

La estructura del colágeno tipo I es en forma de triple hélice, la cual contiene dos cadenas  $\alpha 1$  y una de cadenas  $\alpha 2$ , a su vez estas cadenas están formadas por hilos de 20 aminoácidos (17).

Los grupos que reaccionan son los hidroxilos y los carboxilos en el colágeno. Algunos residuos de hidroxiprolina de moléculas de triple hélice encadenan moléculas de hidrógeno, creando una red de hidratación que conecta los residuos de hidroxiprolina y de hidrógeno de las moléculas de agua de la matriz de colágeno sin desnaturalizar (18).

Las proteínas estructurales únicas de la dentina son fosforina, matriz de dentina I y sialoproteína de dentina. Los dos primeros están segregados por odontoblastos y participan en el proceso de mineralización y el último es secretado por odontoblastos y prelipoblastos jóvenes y participan en el desarrollo de los dientes

La zona que está alrededor de los túbulos, se llama dentina peritubular. La dentina tiene cambios constantes por factores de humedad, o ser permeables, también el grado de mineralización, esta estructura es el menos indicado para el uso de adhesivos por su morfología (19).

### **2.6 Adhesión**

Adhesión es una fuerza que une dos superficies y no permite que estas se separen, esta característica solo es posible cuando dos objetos están en contacto. Otros autores

pueden definir esta fuerza como un mecanismo.

En odontología no se le ve a la adhesión como una simple propiedad, sino como un mecanismo que es llamado fuerzas de adhesión.

Los lugares del adhesivo al momento de realizar la adhesión son dos, una es entre el diente, el que se está restaurando ya sea en esmalte o dentina y el mismo adhesivo; y otra es en el material restaurador y también el adhesivo.

Cuando el diente se va restaurar, debemos tener en consideración ciertas propiedades del material que se va a usar, en este caso la resina, esta tiene características de capilaridad, ser fluida y además tener características de humectación. Si, el material posee estas características será favorable su unión a la estructura dentaria. En el caso de querer hacer una restauración en la zona dentinaria, hay que considerar que el material que se vaya a usar sea hidrofílico porque la dentina es una zona de alto contenido acuoso y también tener en cuenta que la resina fluida que usemos sea adhiera también a resinas compuestas (20).

### **Historia**

La historia de los adhesivos inicia en 1951 con el adhesivo al cual lo nombraron SEVRITION por Hagger este adhesivo tenía en su composición ácido glicerofosfórico-di-metacrilato; este no tuvo buenos resultados ya que se descomponía en medios húmedos.

Luego en 1955, Michel Buonocore, planteo el uso del ácido y procedimiento de uso, que era colocarlo, lavar y finalmente secar. Esta secuencia de pasos hacia los túbulos dentarios se abrirá y su superficie fuera porosa, para que la resina fluida pudiera penetrar en ellas. Así es como comenzó la historia del ácido en odontología.

En 1965, Bowen patento el primer adhesivo comercial, comercializado por Cervident S.S White, su componente principal era (Nfenilglicina-glicidil-metacrilato). Al ser el primer adhesivo, como todas las primeras cosas tienen fallos estos eran el 50% de los

pacientes tenían fallos en los primeros seis meses y algunos después de tres años.

Las fallas se atribuían a que el adhesivo tenía características muy polares con respecto a su humectancia y su cristalización al momento después de secar (21).

### Composición de los adhesivos

Aunque hay varios fabricantes de sistemas autoadhesivos, actualmente consisten esencialmente en los siguientes elementos.

**1. Acondicionador de dentina:** Es un tipo de ácido similar al utilizado para grabar el esmalte. El más utilizado es el ácido ortofosfórico en concentraciones que pueden variar entre 30 y 40%. También se utilizan otros, como el ácido cítrico o maleico. Algunos adhesivos llevan el ácido mezclado con la resina y en este caso los ácidos utilizados son el ácido nítrico o salicílico.

**2. Resina hidrofílica:** Los más utilizados son HEMA (metacrilato de hidroxietilo) y 4-META (anhídrido de 4-metacriloxietil trimetilo) y PMDM (acrilato de  $\beta$ -dimetil acrilato de pirometilo). Hay otras moléculas que usa cada fabricante. La gran variedad de ellos complica el profundo conocimiento en esta área es muy complicado.

**3. Resina hidrofóbica:** Es una resina convencional sin relleno, similar a la que siempre se ha utilizado en la técnica de grabado de esmalte. Se compone de resina Bis-GMA y / o dimetacrilato de uretano. Algunos adhesivos, para simplificar la técnica clínica, mezclan la resina hidrófoba con la hidrófila en un solo componente.

**4. Disolventes:** Para facilitar su difusión a través de la estructura de colágeno, las resinas se disuelven en un vehículo. Los dos más utilizados son el alcohol etílico y la acetona, aunque la tendencia actual es usar agua para este propósito.

Ambos facilitan la penetración de la resina en un ambiente húmedo como la dentina y se eliminan fácilmente, una condición trascendental para uso clínico.

**5. Fotoiniciadores:** Al igual que con las resinas compuestas, la fotopolimerización es iniciada por moléculas de alcanforquinona transportadas por el adhesivo cuando es fotopolimerizable. Tenga en cuenta que para algunas de las aplicaciones adhesivas, es preferible que se autopolimerise, como la amalgama pegada o la cementación de resina.

**6. Catalizadores:** Algunos adhesivos incorporan un catalizador como TBB (Tributyl Borane), que se requiere para iniciar algunas de las reacciones químicas.

**7. Relleno inorgánico:** Para que no haya problemas en la contracción al momento de polimerizar y dar una mayor fuerza en la interface, existen adhesivos que en su composición existen algunas partículas de microrelleno, que son de sílice coloidal o vidrio (22).

La adhesión se clasifica en:

- Física: tienen lugar las interacciones débiles electrostáticas también conocidas con otro nombre como de van der Wall.
- Química: Aquí los átomos forman enlaces.
- Mecánica: es lo que se denomina como traba entre los materiales y el diente formando conexiones con los surcos y cualquier irregularidad.

El adhesivo propiamente dicho tiene dos partes:

Lo que se conoce como primer es un monómero disuelto en solventes que puede ser la acetona, alcohol, agua. Estos tienen una terminación hidrofílica que interactúa con las áreas rugosas, mejorando su penetración en el sustrato húmedo. Deberíamos considerar que originalmente estaban destinados a la dentina porque es un tejido con una mayor proporción de agua. Es una

terminación hidrófoba, que tiene un doble enlace que puede generar enlaces con otros dobles enlaces.

El pegamento (como tal o "enlace"): que es una resina líquida hidrófoba (como Bis-GMA) que cubre el primero y genera el enlace a la resina.

La fuerza adhesiva o la tensión adhesiva es equivalente a la carga inicial necesaria para que una grieta divida una superficie de unión geoméricamente definida, dada la aspereza de la interfaz mecánica, por lo que para evaluar la resistencia de la unión es necesario desconectar el sistema. Las fuerzas adhesivas se clasifican según la dirección de la carga mecánica inicial. Por lo tanto, la resistencia al agrietamiento se mide en relación con la dirección en la que se logra el desacuerdo, dependiendo de la resistencia de los materiales utilizados.

### **Tipos de Adhesión**

**Adhesión mecánica:** el mecanismo de adhesión, conocido como enclavamiento mecánico, se logra mediante efectos geométricos y estructurales entre sustratos adhesivos. Las partes a unir se mantienen en contacto en función de la penetración de una de ellas, o mediante un adhesivo, en las irregularidades que muestra la superficie de la otra, lo que impide la separación cuando ambas partes están bloqueadas (23).

La adhesión mecánica se subdivide en dos clases, de acuerdo con la magnitud del fenómeno que genera retención, es decir, si las irregularidades de la superficie son visibles o no, teniendo una adhesión mecánica macroscópica o macromecánica o adhesión mecánica microscópica o micromecánica. penetración de un adhesivo en pequeñas irregularidades, lo que genera micro tratamientos si el adhesivo tiene la fluidez adecuada para penetrarlos, por

ejemplo: micro-irregularidades que se realizan con grabado ácido en el esmalte para la adhesión de resinas compuestas al diente.

- **Adhesión macromecánica o macroscópica:** es una en la que las piezas se bloquean de acuerdo con su morfología macroscópica, por ejemplo: la restauración o el anclaje de una restauración se realiza mediante formas de cavidades específicas, tornillos, tacos, coronas e incrustaciones.

- **Adhesión micromecánica o microscópica:** es la unión entre dos superficies a través de una articulación entre las partes a unir según su morfología microscópica, es decir, no es visible para el ojo humano. Este tipo de adhesión se considera el mecanismo de adhesión más importante por el cual las resinas compuestas se unen al esmalte y la dentina, y esto ocurre cuando la resina compuesta se infiltra en las porosidades dejadas por el grabado ácido en la superficie del esmalte. y dentina formando lo que se conoce como la capa híbrida. (24).

La retención mecánica para cualquiera de sus tipos se puede lograr mediante: -  
Efectos geométricos: están relacionados con las formas que tienen las superficies, por ejemplo: poros, rugosidad, diseño de cavidades, ya sean macroscópicas o microscópicas. Son estas formas las que producen el enclavamiento necesario para mantener las piezas juntas.

Efectos reológicos: están dados por los cambios volumétricos o dimensionales por los cuales los materiales se endurecen, produciendo tensiones que ayudan a generar adhesión (25).

### **Adhesión Química:**

Esta adhesión se genera a nivel microscópico, como se sabe la adhesión es una fuerza que evita que dos superficies se separen, pero la adhesión química es a nivel de átomos o/y moléculas. Existen dos tipos de uniones químicas:

-Adhesión química primaria o interatómica: como su nombre lo dice esta unión es entre átomos, en forma de iones, covalentes o metálicos, para que pueda ocurrir la adhesión interatómica debe de haber una distancia de Angstrom ( $\text{Å}$ ), esta adhesión será una unión de energía alta.

- Adhesión química secundaria: esta adhesión se da a un nivel mayor que el atómico, será una adhesión molecular, estas pueden ser de dos tipos de dipolos permanentes o fluctuantes, esta adhesión es más débil y un ejemplo de ella son las fuerzas de Van der Waals (26).

#### **Adhesión al esmalte:**

El adhesivo tiene que penetrar y adaptarse perfectamente a la superficie irregular y porosa del esmalte por su fluidez que tiene por ser una resina fluida, especialmente en los espacios que quedan al descalcificar los prismas del esmalte.

La adhesión de la resina al esmalte logra una resistencia a la tracción entre 4 y 27 Mpa., Lo que indica que hay una buena adhesión o unión entre la resina y el esmalte, se supone que puede haber un intercambio iónico de calcio del esmalte como en dentina, pero no hay estudios que respalden esta teoría; pero para una buena adhesión se requerirá una superficie: biselada o coincidente con la dirección de las varillas de adamantina, una activación del sustrato de adamantina y una superficie de alta energía, y una imprimación y compatibilidad de humectación.

La adhesión de los compuestos de resina se deriva de las técnicas de grabado ácido desarrolladas por Buonocore. El esmalte se graba primero, generando un cierto patrón, dependiendo de la concentración de ácido, su pH y el tiempo de aplicación, para luego ser aplicado al material adhesivo. Por lo tanto, la resina penetra en el área grabada, formando las llamadas etiquetas que son extensiones responsables del efecto de la micro retención. Este proceso genera una eliminación de 10  $\mu\text{m}$  de la superficie del esmalte, creando una capa de microporos de 5 a 50  $\mu\text{m}$  de profundidad (27).

### **Adhesión a la dentina**

La adherencia a la dentina sigue siendo el principal punto de interés de los sistemas adhesivos, ya que existen numerosas variables no controladas que pueden influir negativamente en el proceso y hacerlo muy sensible a la técnica utilizada por cada investigador. Por este motivo y porque es el sustrato dental objeto de este trabajo, es conveniente detallar sus características histológicas y su composición química, a fin de establecer estrategias de control para estas variables.

La unión que la dentina establece con el esmalte (unión amelio-dentinal) a nivel de la corona anatómica del diente se corta e interdigita histológicamente, mientras que la que se establece con cemento a nivel de la raíz (unión cemento-dentina) es mucho más nítido.

A su vez, la dentina cubre y aloja la pulpa dental en la cámara pulpar y los conductos radiculares. La pulpa y la dentina deben considerarse como una unidad funcional y de desarrollo: el llamado complejo dentina-pulpa o pulpo-dentinal, porque comparten un origen embrionario común de la papila dental.

La formación de dentina es iniciada por un grupo de células especializadas llamadas odontoblastos, que difieren de la papila dental entre la octava y la novena semana de vida fetal. Los odontoblastos son células de origen mesodérmico que, cuando se diferencian, dejan de dividirse y producen matriz extracelular, formando un tejido no mineralizado llamado preentina, que se convertirá en dentina después del proceso de mineralización. Cuando estas células producen dentina, aparecen alargadas en forma de columna (2).

#### **Clasificación generacional de los adhesivos**

- Con el desarrollo de materiales dentales, se crean nuevos y mejores sistemas autoadhesivos de manera generativa.

#### **• Primera generación**

El calcio que se encontraba en la dentina se buscaba penetrarlo por la unión de la quelación del agente adhesivo con el calcio, este adhesivo penetraba el túbulo pero era poca la retención con el material restaurador, es por eso que solo se usó para las cavidades que eran pequeñas que tengan retención (clase III y V) también cuando se utilizaron en restauraciones oclusales exista sensibilidad (28).

- **Segunda generación**

La segunda generación hizo su aparición a inicios de los años 80 estos usaban el barro dentinario o smear layer para ayudar a tener una mejor adhesión, pero la fuerza de adhesión a dentina solo llega de 2 a 8 MPa y era necesaria hacer retenciones en la cavidad.

- **Tercera generación**

A fines de la década de 1980, surgieron dos sistemas duales: iniciador (primero) y pegamento. Las mejoras notables que estos agentes aglutinantes buscaban justificar su clasificación como tercera generación. El aumento significativo en la fuerza de adhesión de la dentina, 8-15 MPa, disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones de la cavidad. La tercera generación fue también la primera "generación" no solo unida a la estructura del diente sino también a metales y cerámicas. La parte negativa de estos ligantes fue su corta duración (29).

- **Cuarta Generación**

A principios de la década de 1990, los agentes sindeales de cuarta generación transformaron la odontología. La alta fuerza de unión de la dentina entre 17 y 25 MPa y la disminución de la sensibilidad postoperatoria en las restauraciones oclusales posteriores han llevado a muchos dentistas a iniciar el cambio en el uso de amalgama compuesta en restauraciones posteriores directas. Esta "generación" se caracteriza por el proceso de hibridación en la interfaz de resina compuesta de dentina. Esta hibridación es el reemplazo del agua superficial de hidroxiapatita y dentina con resina. Los materiales de este grupo se diferencian por sus componentes; Hay dos o

más ingredientes que deben mezclarse, preferiblemente en proporciones muy precisas (30).

- **Quinta generación**

Estos materiales se adhieren bien al esmalte, la dentina, la cerámica y los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener un solo componente en una sola botella. No hay mezcla y, por lo tanto, hay menos posibilidades de error. La fuerza de retención de la dentina está en el rango de 20 a 25 MPa y más, adecuada para todos los procedimientos dentales. Hay poco riesgo de sensibilidad técnica en un material aplicado directamente a la superficie dental preparada. La sensibilidad postoperatoria también se redujo significativamente.

- **Sexta y Séptima Generación**

Corresponden a adhesivos autograbantes que tienen en su composición un ácido débil como el 10% de ácido poliacrílico, que modifica la superficie del diente al acondicionarlo, pero al mismo tiempo deja suficiente humedad para una buena adhesión. Los adhesivos autograbantes se pueden utilizar en un solo paso ahorrando tiempo de trabajo, eliminan los pasos como el grabado ácido y la limpieza, eliminando el riesgo de colapso de la fibra de colágeno; desmineralizan parcialmente la capa de lodo y la superficie subyacente de la dentina sin eliminar los restos de la capa de lodo disuelto ni descubrir los agujeros tubulares. Además, la sensibilidad a las variaciones en la aplicación de la técnica reduce el número de pasos necesarios para adherir resinas compuestas a la superficie de la dentina.

Los adhesivos de sexta generación tienen un mecanismo de acción muy simple: incorporan una resina ácida que, cuando se aplica al sustrato dental, disuelve la dentina y crea un pequeño frente de desmineralización. Después de unos segundos (15 a 30 segundos), la resina misma se desactiva porque los radicales ácidos se neutralizan con los cristales de hidroxiapatita desmineralizada. El resultado es un tejido desmineralizado infiltrado simultáneamente con el adhesivo. El desarrollo de un adhesivo

autograbante ofrece la posibilidad de incorporar la capa de frotis en la capa híbrida. Teóricamente, es un adhesivo que desmineraliza e infiltra simultáneamente la dentina en el monómero, que luego se polimeriza in situ. En el caso de los adhesivos de séptima generación, es un adhesivo autograbante de un componente que elimina varios pasos durante la fijación de restauraciones directas e indirectas. Los dentistas tienen todo lo que necesitan para grabar, preparar y arreglar en un solo material. Es un adhesivo fotopolimerizable que proporciona una excelente adhesión a todo tipo de superficies y sustratos, incluso en restauraciones indirectas a base de metal. Su sistema solvente ternario proporciona una mejor estabilidad de almacenamiento y un grabado de esmalte eficiente para una fijación y resultados a largo plazo.

El adhesivo de sexta o séptima generación se introduce en los canales alveolares, ofreciendo una resistencia de sujeción excepcional y protección contra la micro pérdida y la sensibilidad postoperatoria. Su capacidad única de nanograbado ofrece un grabado de esmalte más eficiente que cualquier otro adhesivo de un solo componente, lo que crea una superficie grabada más profunda y mejora la retención mecánica y la fijación química. Es un proceso simple de un paso. Un material único que incluye grabado, preparación y fijación. Sin mezclas. Excepcional resistencia de sujeción. Nanograbado único que proporciona la máxima fuerza de unión a la dentina y el esmalte para adhesivos autograbantes de séptima generación. Uso directo / indirecto. Excelente adhesión al esmalte, dentina, porcelana y cerámica avanzada, incluso con restauraciones indirectas a base de metal cuando se usa con cemento. Sistema solvente ternario. Los tres solventes ofrecen una mejor estabilidad de almacenamiento y un grabado de esmalte eficiente para la fijación y resultados confiables a largo plazo (31).

- **GC G-BOND**

Este es el nombre de un adhesivo de última generación, esto quiere decir que todos sus componentes vienen juntos en un solo frasco y que es adhesivo

autograbante. Su unión a esmalte y dentina es mediante la fotopolimerización y esto lo hace un material mucho más fácil de usar y rápido, además que es duradero.

Este adhesivo es único en el mercado y tiene magníficos resultados a su único sistema de unión ya que este adhesivo, no es un adhesivo ordinario, también graba, desensibiliza y une todo con una única capa.

Su uso es muy simple, este se aplica con microbrush en la superficie y se espera un intervalo de tiempo de 5-10seg y agregar aire con la jeringa, finalmente fotocurar 10seg.

Otra ventaja del GC G-BOND, es que no expone los túbulos dentinarios evitando así la sensibilidad después de restaurar el diente, este adhesivo penetra los túbulos sellándolos y evitando la sensibilidad pulpar, al ser autograbante causa una descalcificación significativa y poca exposición de las fibras de colágeno.

Este adhesivo produce una pequeña mineralización que se deteriora muy poco por su contenido enzimático, la adhesión mecánica de este es muy fuerte y adhesión química está basada en una fórmula de monómeros de fosfato y monómeros H-met, la primera sirve para la adhesión a esmalte y la segunda para adhesión a la dentina. Cuando se aplica este adhesivo quedará una fina capa sin burbujas y tendrá un espesor de 30nm, si al momento de la aplicación quedara burbuja cuando se usó la jeringa triple estas desaparecerán por completo.

Varios adhesivos contienen HEMA, un tipo de monómero, pero este adhesivo no tiene ya que se ha demostrado que los adhesivos que contienen HEMA luego de su polimerización quedan en un estado hidrofílico, lo que es malo ya que por ser hidrofílico hará retención de moléculas de agua, también se decolora y pierde retención. Al no tener HEMA, las propiedades de este adhesivo serán que sea de larga duración, es estable fácil de guardar y mantiene sus propiedades a temperatura ambiente por dos años.

## **FGM AMBAR UNIVERSAL**

Ambar Universal es un sistema adhesivo fotocurable de alto curado, adecuado para usar con diferentes protocolos de grabado ácido: autograbado, grabado selectivo de esmalte o grabado completo.

Ambar es un sistema fotocurable de un solo componente con dos pasos clínicos: ataque ácido total de esmalte y dentina (eliminación total de la capa de frotis), seguido de la aplicación del adhesivo (vial que contiene el primer adhesivo +). Su fórmula ha sido desarrollada para garantizar la penetración adecuada de los monómeros en las fibras de colágeno de la dentina húmeda desmineralizada. Después del curado, Ambar genera una película adhesiva estable y resistente, que contribuye a su longevidad clínica. La presencia de nanopartículas en la composición contribuye a aumentar las características de estabilidad mecánica y química de la película adhesiva polimerizada. El adhesivo también contiene una característica específica que asegura el curado adecuado del producto en superficies húmedas como la dentina

### **Composición básica:**

**Ingredientes Activos:** monómeros metacrilícos, fotoiniciadores, co-iniciadores, estabilizante.

**Ingredientes Inactivos:** Carga inerte (nanopartículas de sílica) y vehículo (etanol).

### **Propiedades físico-químicas:**

#### **- Resistencia Adhesiva**

Las pruebas de laboratorio de resistencia a la tracción, cizallamiento y, más recientemente, características de microtensores han sido descritas en la literatura como las más representativas para la cuantificación de la resistencia a la adhesión, tanto en dentina como en esmalte. Esto se debe a que el evento clínico de una restauración depende de la capacidad del adhesivo para mantener la calidad de la capa híbrida en la interfaz de la unión, una propiedad que está directamente asociada con la resistencia de la unión. El equipo del Dr. Loguercio y Dr. Reis evaluó la resistencia adhesiva por microtracción mediada

por Ambar (FGM) uniendo el material restaurador (compuesto de Opallis) a la dentina humana.

- **Resistencia Cohesiva del Adhesivo**

La calidad del polímero generado a partir del fotoadhesivo activado es fundamental en el proceso de adhesión, ya que está asociado con la estabilidad final de la interfaz de la junta y, en consecuencia, su longevidad. El contenido residual de solvente, la cantidad de energía suministrada durante la fotoactivación, la hidrofilia de la película adhesiva son parámetros que pueden afectar la calidad de la película adhesiva.

- **Nanoinfiltración**

La nanoinfiltración es originada cuando ocurre una penetración incompleta de las resinas restauradoras en la camada híbrida. Este término (nanoinfiltración) fue originalmente utilizado para describir micro porosidades en el interior de la camada híbrida que permiten la entrada del nitrato de plata cuando no existe gap entre la camada híbrida y la resina compuesta. La presencia de un camino de nanoinfiltración puede acelerar la falla de la restauración debido a la promoción de la hidrólisis de las fibras colágenas o degradación de las resinas polimerizadas. Para poder comprobar la nanoinfiltración se realizaron restauraciones en terceros molares hígidos. La interfase de la unión diente-restauración es seccionada en la forma de palitos y todo el espécimen es impermeabilizado con dos capas de esmalte de uña excepto en el área adyacente a la interfase de la unión (32).

**Microfiltración**

La manifestación habitual de la contracción de polimerización de un material es la aparición de un espacio en los márgenes de restauración, que puede aparecer clínicamente coloreado. Estas separaciones pueden ser de uno a 21-22nm, cuando no se realizó adhesión de la dentina y una décima parte de este valor cuando la dentina se acondicionó; También se logra una reducción mayor al llenar pequeños incrementos del material restaurador y usar materiales intermedios (recubrimientos) en las paredes de la cavidad. Estos materiales, que

tienen módulos elásticos bajos, permiten que el estrés de polimerización del material restaurador se disipe en ellos. Para poder sospechar de una microfiltración marginal se puede observar características clínicas como caries secundaria, sensibilidad, hiperemia pulpar. Esto se define como el paso no detectable clínicamente de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared de la cavidad y el material restaurador (Kidd, 1976), que causa manchas y deterioro del margen de restauración, caries secundaria en la interfaz de restauración dental, hipersensibilidad del material restaurador, diente restaurado y el desarrollo de patologías pulpares (Going 1972). Se ha demostrado que factores como el grabado ácido o la capacidad irritante de los materiales restauradores desempeñan un papel menos importante en el daño de la pulpa que el filtrado de bacterias alrededor de una restauración mal sellada. Entre los factores que influyen en el grado de adaptación de un material de sellado se encuentran:

- Coeficiente de expansión térmica.
- Cambios dimensionales en el proceso de endurecimiento dentro de la cavidad.
- Viscosidad. o Tipo de monómeros.
- Porcentaje de relleno.
- Módulo elástico.

El grado de contracción de un material está relacionado con el grado de polimerización y las uniones cruzadas en el material, las propiedades físicas del material, el grado de polimerización, el grosor de la capa al aplicar y polimerizar el material. También existe el llamado factor de configuración (factor C), que es la relación entre el área unida y el área libre de un material restaurador, que indica la conveniencia de polimerizar el material por capas y paredes de la cavidad para que siempre haya un área libre más grande del material, que le permite contraerse sin generar espacios.

La mayoría de los estudios sugieren que la causa principal de la microfiltración se debe a la contracción de la polimerización y al diferente

coeficiente de expansión térmica entre la estructura dental y la resina compuesta. Ambos pueden ejercer fuerzas significativas en la interfaz entre el diente y el material restaurador, lo que resulta en falla adhesiva y formación de espacio, lo que puede alterar la adhesión a lo largo de las paredes de preparación. Los coeficientes de variación térmica dimensional del diente y la resina son aproximadamente 1: 4, por lo que la restauración estará constantemente expuesta a tensiones que la alejan o acercan al diente, produciendo fluidos y microorganismos dentro y fuera, un fenómeno que se llama percolación. Por supuesto, el problema de la microfiltración es más grave en resinas compuestas de sellado directo que en cualquier otro material.

Casi todos los biomateriales tienen algún mecanismo que impide la filtración marginal; Por ejemplo, la amalgama forma productos corrosivos en la interfaz entre la restauración y el diente, causando un sello. Algunos materiales como los vidrios Ionomero contienen fluoruros, que sirven para inhibir la caries secundaria. Muchos sistemas se han utilizado durante muchos años para estudiar la capacidad de sellado de materiales autoadhesivos, generalmente basados en estudios in vitro. Una de las más populares es sumergir la muestra de prueba para analizarla en soluciones de diferentes colores y observar su propagación a través de la interfaz para materiales de recuperación dental. Estos tipos de métodos usan una escala numérica cuando se trata de la profundidad de la tinción. El ambiente oral es muy diferente de las condiciones ambientales. Sin embargo, los parámetros de temperatura intraoral y humedad relativa parecen afectar la fuerza de unión a la dentina (33).

### **Resinas**

Tienen su comienzo a partir de las resinas acrílicas, estas fueron el punto de partida y la base para las nuevas generaciones de resina. Bowen elaboró a partir de estas las resinas compuestas. La resina se conforma por dos partes, una es una resina blanda que vendría hacer la matriz y la otra que sería el relleno dado por partículas duras, estas están unidas químicamente. Un material combinado o

compuesto es uno que contiene dos o más fases, notoriamente diferentes. En general, contiene una matriz de resina con un componente cerámico disperso en su interior. Por eso se llaman resinas compuestas o resinas reforzadas (31).

### **Colorantes**

Las sustancias que pueden comunicar su coloración a otros organismos se llaman así. Un tinte es una sustancia capaz de teñir fibras vegetales y animales. Los tintes se han utilizado desde la antigüedad, utilizando diversos materiales vegetales (azafrán, añil natural, etc.) y animales (cochinilla, moluscos, etc.), así como diferentes minerales. En química, una sustancia capaz de absorber ciertas longitudes de onda del espectro visible se llama tinte. Los tintes son sustancias que se fijan en otras sustancias y las colorean de manera estable antes de factores físicos / químicos como la luz, el lavado, los agentes oxidantes, etc (33).

### **Azul de metileno**

Techos (49) Son cristales de color verde oscuro o polvo azul oscuro, con reflejos metálicos, fácilmente solubles en agua de color azul y en alcohol. Su fórmula es:  $C_{16}H_{18}ClN_3S$ .

Su nombre científico es cloruro de metiltionina, se usa para colorear muestras que se observarán con un microscopio.

El azul de metileno se sintetizó originalmente en 1876 como un tinte a base de anilina para la industria textil (Berneth, 2008), pero investigadores como Robert Koch y Paul Ehrlich se dieron cuenta rápidamente de su potencial para usarlo como un tinte de microscopio.

La observación de la tinción selectiva y la inactivación de especies microbianas condujo a pruebas con colorantes a base de anilina contra enfermedades tropicales. El azul de metileno fue el primer compuesto de este tipo administrado a humanos y demostró ser efectivo en el tratamiento de la malaria. El azul de metileno también fue el primer compuesto sintético utilizado como

antiséptico en terapia clínica, y el primer colorante antiséptico utilizado terapéuticamente. De hecho, el uso de azul de metileno y sus derivados fue generalizado antes del advenimiento de las sulfonamidas y la penicilina.

### **Preparación cavitaria**

A principios de la década de 1960, comenzó a ocurrir un cambio definitivo en las preparaciones de la cavidad; La aceptación masiva por parte de la práctica dental de los principios adhesivos en la retención de materiales restauradores fue un hecho impuesto. Sin embargo, el cambio no fue rotundo de inmediato; Los nuevos criterios siempre necesitan algo de tiempo para que se apliquen de manera confiable y rutinaria y excedan el terreno inicial de los pioneros para ser plenamente aceptados. El advenimiento de la adherencia también ocurrió en los tiempos contemporáneos con los conceptos preventivos y sus consecuencias, el tratamiento de la placa, las técnicas de fluoración en su rango completo, los conceptos de ingestión y cepillado (34).

### **ANÁLISIS ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

- a) **Título:** Estudio in vitro sobre micro filtración en cavidades clase I de Black, utilizando adhesivos de 4ta, 5ta, 6ta y 7ma generación en premolares, en el laboratorio histopatológico de SOLCA Riobamba, en el período Junio-Noviembre 2013

**Autor:** Tatiana Carolina Mosquera Samaniego

**Fuente:** Vía internet.

**Resumen:** Esta tesina con título “estudio in vitro sobre micro filtración en cavidades clase I de Black, utilizando adhesivos de 4ta, 5ta, 6ta y 7ma generación en premolares, en el laboratorio histopatológico de SOLCA (Sociedad de Lucha contra el Cáncer) Riobamba, en el período Junio-Noviembre 2013” tiene como intención comparar cuatro técnicas de restauración sobre las otras o la igualdad de las técnicas

en cuanto a su capacidad de disminuir la microfiltración marginal de las restauraciones.

Se realizaron restauraciones clase I oclusales en premolares superiores e inferiores, se les dividió en 4 grupos de 20 restauraciones cada uno, GRUPO A y GRUPO B, GRUPO C y GRUPO D, al grupo A le fue aplicado adhesivo de 4ta generación, al grupo B adhesivo de 5ta generación, al grupo C adhesivo de 6ta generación y al otro grupo de D se le aplico adhesivos de 7ma generación, luego, los cuatro grupos fueron sometidos a un proceso de termociclaje de 200 ciclos, e inmersas las muestras en azul de metileno por 24 horas para luego evaluar la microfiltración en todos los grupos. Los resultados dieron que en las cavidades que se usó el adhesivo de 5ta generación la filtración marginal fue menor que en el resto de grupos en los que se usó adhesivos de 4ta, 6ta y 7ma generación.

Con el presente trabajo se concluyó que con respecto a las muestras del grupo A se vio que el 20% de estas no presentaron microfiltración marginal alguna, mientras que el 80% restante presento microfiltración de grado 1. Con respecto a las muestras del grupo B se vio que el 100% de estas no presentaron microfiltración marginal alguna. Con respecto a las muestras del grupo C se vio que el 40% de estas presentaron microfiltración de grado 1, mientras que el 20%presento microfiltración de grado 2 y el 40% restante presento microfiltración de grado 3. Con respecto a las muestras del grupo D se vio que el 60% de estas presentaron microfiltración marginal de grado 1, mientras que el 40% restante presento microfiltración de grado 2. Se recomienda para restauraciones estéticas usar un sistema adhesivo de 5ta generación, puesto que este sistema tiene menor grado de microfiltración a comparación de los adhesivos de 4ta, 6ta y 7ma generación (21).

- b) **Título:** Análisis comparativo in vitro del grado de la filtración marginal de restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 con grabado ácido y Single Bond™ Universal con y sin grabado ácido.

**Autor:** Tomás Martín Espinoza Wood

**Fuente:** Vía internet.

**Resumen:** En el presente trabajo se realizó un estudio experimental in vitro con el objetivo de evaluar y comparar la microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizando con y sin grabado ácido previo y restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) utilizando con grabado ácido convencional.

Para ello se utilizaron 68 molares sanos recientemente extraídos a los cuales se les realizaron 2 preparaciones cavitarias estandarizadas ubicadas en el tercio medio de las caras vestibular y palatina/lingual.

Posteriormente se obtuvieron las cavidades con una misma resina compuesta (Filtek™ Z350 de 3M ESPE®) utilizando los distintos sistemas adhesivos señalados y con una técnica incremental en tres pasos.

En las caras vestibulares de 34 molares se realizaron restauraciones con el adhesivo Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizando su modalidad autograbante. En las caras vestibulares de los otros 34 molares se realizaron restauraciones utilizando el adhesivo Single Bond™ Universal (3M ESPE®) con grabado ácido previo.

En las caras palatinas/linguales de los 68 molares se realizaron restauraciones con el adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) utilizando el grabado ácido convencional.

Para visualizar el grado de filtración marginal de las restauraciones sometidas a prueba, los molares fueron expuestos a un proceso de termociclado en una solución acuosa de azul de metileno al 1% durante 100 ciclos.

Una vez terminado el termociclado las muestras fueron cortadas longitudinalmente pasando por la mitad de las restauraciones para exponer la interfaz diente restauración.

Los cortes longitudinales fueron observados en el microscopio óptico para medir el grado de filtración de azul de metileno en la interfaz diente restauración de los diferentes grupos de prueba.

Los resultados obtenidos en porcentajes de los dos grupos de prueba se sometieron al análisis estadístico de Shapiro Wilk y luego fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney pudiendo afirmar que no hubo diferencia estadísticamente significativa en el grado de filtración marginal entre los adhesivos Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) y Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizado sin grabado ácido previo, pero que si las hubo entre Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) y Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizado con grabado ácido obteniendo este último de los menores valores de infiltración (35).

- c) **Título:** Estudio in vitro sobre la microfiltración marginal en cavidades clase I oclusales restauradas, utilizando adhesivos de 4ta y 7ma generación en premolares superiores, Arequipa 2010

**Autor:** Julio Ernesto Manuel Tejada Gómez

**Fuente:** Vía internet.

**Resumen:** El presente trabajo de investigación tiene por título “Estudio in vitro sobre la Microfiltración marginal en cavidades clase I oclusales restauradas, utilizando adhesivos de 4ta y 7ma generación en premolares superiores, Arequipa 2010”

La intención de este trabajo es comparar dos técnicas de restauración de cavidades para verificar la superioridad de una técnica de restauración sobre la otra o la igualdad de ambas técnicas en cuanto a su capacidad de disminuir la microfiltración marginal de las restauraciones.

Se realizaron restauraciones clase I oclusales en premolares superiores, se les dividió en dos grupos de 16 restauraciones cada uno, GRUPO I y GRUPO II, al grupo I le fue aplicado adhesivo de 4ta generación y al otro grupo se le aplico adhesivos de 7ma generación, luego, ambos grupos fueron sometidos a un proceso de termociclaje de 200 ciclos en inmersas las muestras en azul de metileno por 24 horas para luego evaluar la microfiltración en ambos grupos.

Los resultados dieron que en las cavidades que se usó el Adhesivo de 4ta Generación la filtración marginal fue menor que en el grupo que se usó el Adhesivo de 7ma Generación (36).



### 3. OBJETIVOS

- Determinar el grado de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando adhesivos de séptima generación, GC G-bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental.
- Determinar el grado de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando adhesivos de séptima generación, FGM Ambar universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental.
- Determinar el adhesivo que presenta menor microfiltración marginal, el GC G-bond o el FGM Ambar universal en esmalte dental.

#### 4. HIPÓTESIS

Dado que el ácido fosfórico crea retenciones adecuadas.

Es probable que ambos adhesivos presenten valores similares de microfiltración.





## **CAPITULO II**

### **PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación:

### 1.1. Técnicas:

En el presente trabajo de investigación se realizará la técnica de observación laboral.

Variable	Técnica	Instrumento
Microfiltración Marginal	Observación Laboratorial	Ficha de recolección

#### 1.1.1. Procedimiento de laboratorio

Para el presente estudio se utilizarán 18 molares de los cuales 16 se utilizarán para la prueba de estudio y 2 para la prueba piloto.

### 1.2. Instrumentos:

#### 1.2.1. Instrumentos documentales

1.2.2. Se utilizará un solo instrumento de tipo laboratorio, la Ficha de Observación laboratorial in Vitro cuya figura se mostrará en los anexos.

#### 1.2.3. Instrumentos mecánicos

a) Para prueba piloto técnica:

- 20 molares
- Pinza
- Frasco de vidrio
- Unidad de alta velocidad
- Piedra diamantada redonda
- Piedra diamantada cilíndrica

b) Para la aplicación de las resinas:

- Resina
- Ácido ortofosfórico
- Agente adhesivo: GC G-bond y FGM Ambar universal

- Colorante azul de metileno al 2%
- Lámpara de luz halógena
- Espátula de resina
- Micromotor y contra ángulo
- Cámara fotográfica
  - c) Para el proceso de termociclaje
- 02 vasos precipitados
- 02 termómetro de laboratorio
- Calentador
- Colador
- Hielo
  - d) Para la técnica de filtración
- Colorante azul de metileno al 2%
  - e) Para el corte de muestra
- Pieza recta
- Discos de corte extra fino
- Lija de agua
  - f) Para el análisis observación de muestras
- Estereoscopio
- Computadora
- Cámara fotográfica

**2. Campo de verificación:**

**2.1. Ubicación espacial:**

La investigación se realizará en el ámbito general de Arequipa urbana, en el laboratorio de microscopia electrónica de la Universidad Católica de Santa María

**2.2. Ubicación temporal:**

Es de corte transversal y será llevada a cabo desde Julio a Diciembre del año 2019.

**2.3. Unidades de estudio:**

Se utilizaron 20 molares extraídos

**2.3.1. Grupos de estudio**

Se asume la opción de dos grupos de estudio repartidos aleatoriamente.

**2.3.2. Muestra**

Distribución de la muestra estratificada

GRUPOS	N.º
G1	10
G2	10

**2.3.3. Identificación de grupos**

Se utilizarán dos grupos de estudio G1 donde se utilizará adhesivo GC G-BOND y G2 se utilizará adhesivo FGM AMBAR UNIVERSAL

**2.3.4. Igualación cualitativa**

• **Criterios de inclusión**

Para este criterio se seleccionarán solamente molares que reúnan las siguientes condiciones: no tener caries, sin restauraciones, que posea una corona clínica íntegra y que no presente fracturas ni fisuras

• **Criterio de exclusión**

No se tomarán en cuenta aquellos que presentaron restauraciones, caries, pérdida o destrucción de su corona clínica. También no se incluirán dientes con tratamiento endodóntico previo.

### 3. Estrategia de recolección:

#### 3.1. Organización:

- a) Autorización del Decano de la Facultad de Odontología
- b) Autorización del Director de Laboratorio
- c) Autorización del Laboratorio de Microbiología de la UCSM
- d) Coordinación con los encargados del laboratorio para la parte experimental de dicho trabajo
- e) Validación de instrumentos
- f) Recolección

#### 3.2. Recursos:

##### a) Humanos

- Investigador: Diego Alonso Cuentas Vilca.
- Asesor: Doctor Renán Tejada Tejada.

##### b) Recursos físicos

Ambiente particular de trabajo personal

##### c) Recursos financieros

El proyecto fue financiado por el investigador.

##### d) Recursos institucionales

Local del Centro Odontológico de la Universidad Católica de Santa María, laboratorios, instalaciones de la biblioteca de la Universidad Católica de Santa María

#### 3.3. Validación del instrumento:

- La validación del instrumento se realizará a través de una prueba piloto para determinar el rigor y garantizar la confiabilidad y funcionabilidad del instrumento.
- Se aplicará una prueba piloto excluyente en dos unidades de estudio para probar la funcionabilidad del instrumento en el recojo de la información

#### 4. Estrategia para manejar los resultados:

##### 4.1. A nivel de sistematización:

##### 4.1.1. Tipo de procesamiento

La información será procesada de manera automática y de manera manual.





## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS**

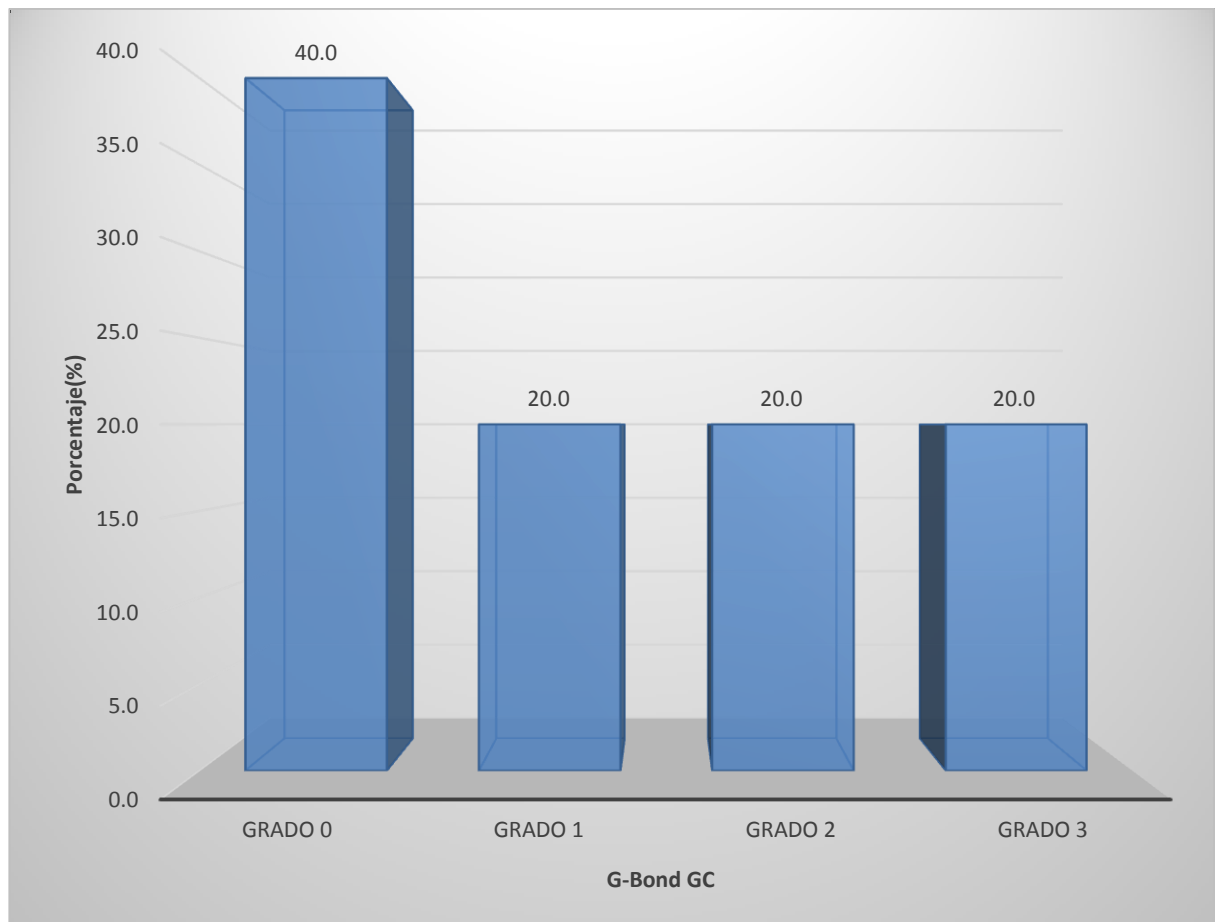
**Tabla 1: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**

G-Bond GC	N°.	%
Grado 0	4	40,0
Grado 1	2	20,0
Grado 2	2	20,0
Grado 3	2	20,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (Matríz de datos).

La Tabla N°. 1 muestra que el 40.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando GC G-Bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1, 2 y 3 de microfiltración marginal.

**GRÁFICO N° 1: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**



**Fuente:** Elaboración Propia

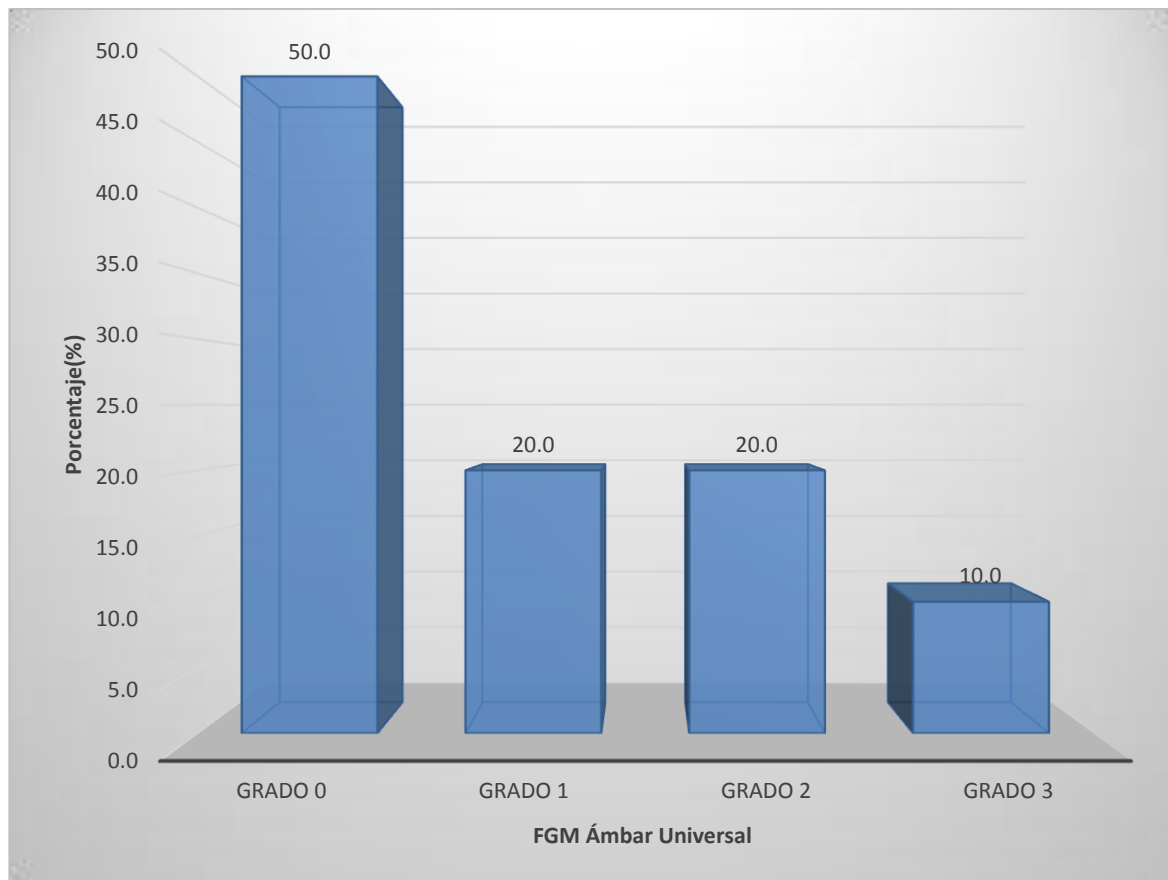
**Tabla 2: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, FGM ÁMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**

<b>FGM Ámbar Universal</b>	<b>N°.</b>	<b>%</b>
Grado 0	5	50,0
Grado 1	2	20,0
Grado 2	2	20,0
Grado 3	1	10,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (Matríz de datos).

La Tabla N°. 1 muestra que el 50.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando FGM Ámbar Universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1 y 2 de microfiltración marginal, mientras que solo el 10.0% presentan grado 3.

**GRÁFICO N° 2: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 3: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**

Grado	GC G-Bond		FGM Ámbar Universal	
	Nº.	%	Nº.	%
Grado 0	4	40,0	5	50,0
Grado 1	2	20,0	2	20,0
Grado 2	2	20,0	2	20,0
Grado 3	2	20,0	1	10,0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

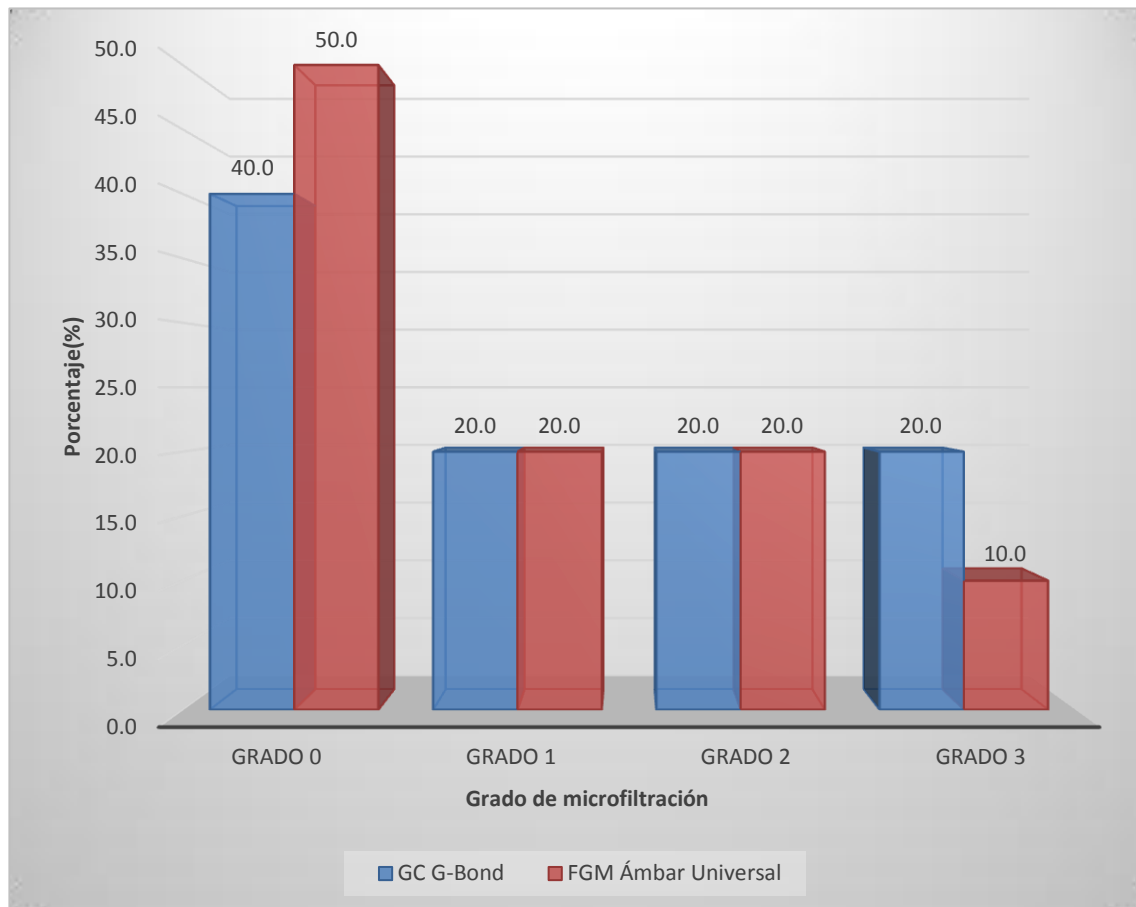
**Fuente:** Elaboración Propia (Matríz de datos).

$X^2=0.44$        $P>0.05$        $P=0.93$

La Tabla N°. 1 según la prueba de chi cuadrado ( $X^2=0.44$ ) muestra que el grado de microfiltración marginal utilizando GC G-Bond y FGM Ámbar Universal no presentó diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ).

Asimismo se observa que el 40.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando GC G-Bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 50.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal utilizando FGM Ámbar Universal.

**GRÁFICO N° 3: GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL EN CAVIDADES CLASE I UTILIZANDO ADHESIVOS DE SÉPTIMA GENERACIÓN, GC G-BOND Y FGM AMBAR UNIVERSAL ASOCIADO A TÉCNICA DE GRABADO SELECTIVO EN ESMALTE DENTAL**



**Fuente:** Elaboración Propia

## DISCUSIÓN

El presente estudio lo inicié con la intención de determinar grado de microfiltración marginal en cavidades clase I, utilizando adhesivos de séptima generación, GC G-Bond y FGM Ámbar Universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, Arequipa 2019.

Los resultados para responder al primer objetivo nos dan a conocer que el 40.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando GC G-Bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1, 2 y 3 de microfiltración marginal.

En cuanto al segundo objetivo el 50.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando FGM Ámbar Universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1 y 2 de microfiltración marginal, mientras que solo el 10.0% presentan grado 3.

Según la prueba de chi cuadrado ( $X^2=0.44$ ) muestra que el grado de microfiltración marginal utilizando GC G-Bond y FGM Ámbar Universal no presentó diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ). El 40.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando GC G-Bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 50.0% presentaron grado 0 de microfiltración marginal utilizando FGM Ámbar Universal. De esta manera se acepta la hipótesis alterna ya que ambos adhesivos presenten valores similares. Estos resultados no concuerdan con Tatiana Carolina Mosquera Samaniego en su

investigación quien concluyó que con respecto a las muestras del grupo A se vio que el 20% de estas no presentaron microfiltración marginal alguna, mientras que el 80% restante presentó microfiltración de grado 1. Con respecto a las muestras del grupo B se vio que el 100% de estas no presentaron microfiltración marginal alguna. Con respecto a las muestras del grupo C se vio que el 40% de estas presentaron microfiltración de grado 1, mientras que el 20% presentó microfiltración de grado 2 y el 40% restante presentó microfiltración de grado 3. Con respecto a las muestras del grupo D se vio que el 60% de estas presentaron microfiltración marginal de grado 1, mientras que el 40% restante presentó microfiltración de grado 2. Se recomienda para restauraciones estéticas usar un sistema adhesivo de 5ta generación, puesto que este sistema tiene menor grado de microfiltración a comparación de los adhesivos de 4ta, 6ta y 7ma generación. Los resultados de esta investigación concuerdan con Tomás Martín Espinoza Wood quien concluyó en su investigación que en porcentajes de los dos grupos de prueba se sometieron al análisis estadístico de Shapiro Wilk y luego fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney pudiendo afirmar que no hubo diferencia estadísticamente significativa en el grado de filtración marginal entre los adhesivos Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) y Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizado sin grabado ácido previo, pero que si las hubo entre Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE®) y Single Bond™ Universal (3M ESPE®) utilizado con grabado ácido obteniendo este último de los menores valores de infiltración.

## CONCLUSIONES

**Primera:** Poco menos de la mitad no presentaron microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando GC G-Bond asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1, 2 y 3 de microfiltración marginal.

**Segunda:** La mitad de la población estudiada no presentaron microfiltración marginal en cavidades clase I utilizando FGM Ámbar Universal asociado a técnica de grabado selectivo en esmalte dental, mientras que el 20.0% presentaron grado 1 y 2 de microfiltración marginal, mientras que solo el 10.0% presentan grado 3.

**Tercera:** El grado de microfiltración marginal utilizando GC G-Bond y FGM Ámbar Universal no presentó diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ). Se acepta la hipótesis alterna ya que quedó demostrado que ambos adhesivos presenten valores similares.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los estudiantes y profesionales de odontología que para evitar la microfiltración se debe utilizar el adhesivo GC G-Bond.
- Se recomienda a los estudiantes de odontología realizar este estudio en la dentina para ver el grado de microfiltración en esta zona del diente.
- Tanto el estudiante de odontología como el odontólogo debe estar actualizado para el uso de los materiales de restauración.

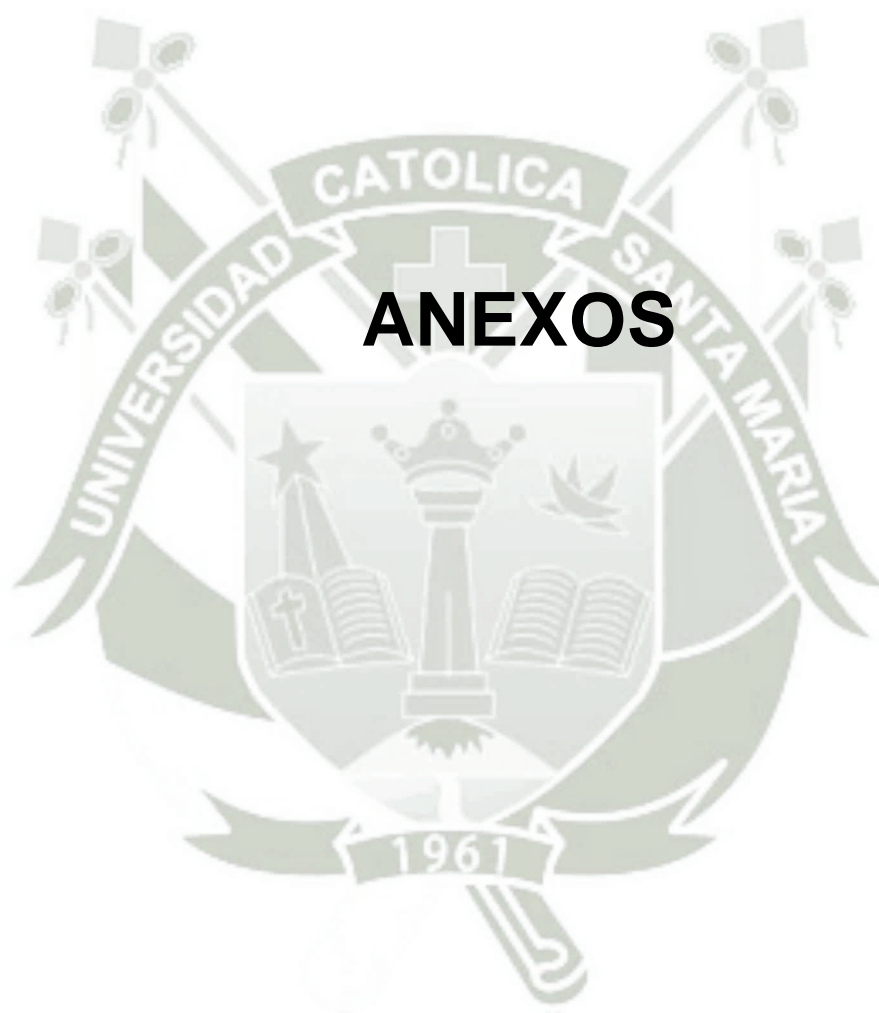


## BIBLIOGRAFÍA

1. Abramovich A. Histología y embriología dentaria. Segunda ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1999.
2. Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. Histología y Embriología Bucodental. Tercera ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009.
3. Nikiforuk G. Caries dental, aspectos básicos y clínicos Buenos Aires: Mundi S.A.I.C; 1986.
4. Barrancos J. Operatoria Dental: Panamericana; 1998.
5. Barrancos Mooney J, Barrancos PJ. Operatoria dental integración clínica. cuarta edición ed.: Médica Panamericana; 2006.
6. Gómez F. Histología y Embriología Bucodental. Tercera edición ed. España: Médica Panamericana ; 2002.
7. Torres Pinzón R. Histopatología del esmalte dental. Acta odontológica colombiana. 2011; 3(1).
8. Heredia A. Odontología preventiva en el niño y el adolescente. 2001..
9. Arriagada E. Embriología e Histología bucodentaria. [Online]. Available from: [www.idap.com.mx/apuntes/embriología/esmalte](http://www.idap.com.mx/apuntes/embriología/esmalte).
10. Fonseca G. Esmalte dental. Universidad privada Antenor Orrego..
11. Van MeerbeeK B, &o. "Buonocore memorial lecture: adhesión to enamel and dentine: current status and future challenges": Operative Dentistry; 2003.
12. Ten Cate A. Histología oral, desarrollo estructura y función Buenos Aires: Panamericana; 1986.
13. Buonocore M. Principles of Adhesive Retention and Adhesive Restorative Material: J Am Dent Assoc; 1963.
14. Fuentes V, Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Carvalho R, Pashley D. Tensile strength and microhardness of treated human dentin Mater D, editor.; 2004.

15. Berkovitz B, Holland G, Moxham B. Anatomía oral, Histología y Embriología Madrid: Mosby/Doyma; 1995.
16. Cohen S, Burns R. The pathways of the pulp: Mosby; 1998.
17. Ferguson D. Harcourt Limited. Oral Biosciencie. 1999.
18. Vaidyanathan T, Vaidyanathan J. Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin. 2009.
19. Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. Arch Oral Biol. 1976.
20. Pallás Albic RJ. La valoración de las fuerzas de adhesión de sistemas adhesivos autograbantes sobre dentina irradiada con láser de Er,Cr:YSGG. 2013.
21. Mosquera Samaniego TC. Estudio in vitro sobre microfiltración en cavidades clase I de Black, utilizando adhesivos de 4ta, 5ta, 6ta y 7ma generación en premolares, en laboratorio histopatológico de Solca Riobamba, en el periodo de junio-noviembre 2013. 2013..
22. García Barbero J, Kessler Nieto. Patología y Terapéutica Dental Madrid: Síntesis; 1997.
23. Bader M, Astorga C. "Biomateriales dentales" Propiedades generales. Primera ed. Chile; 1996.
24. Barrancos J. Operatoria dental. Tercera ed.: Panamericana; 1998.
25. Guzmán H. Biomateriales Odontologicos de uso Clínico. primera ed.: Presencia Ltda; 1990.
26. Craig R, O' Brien W, Powers J. Materiales Dentales, Propiedades y Manipulación. Sexta ed.: Mosby; 1996.
27. James B, Summitt J, Robbins W, S.Schwartz R. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. Segunda ed.; 2001.
28. Mondeli , Col J. Fundamentos de Odontología Restauradora Sao Paulo: Santos; 2009.
29. Nakabayashi N. Mundo Odontológico. 2009..

30. Peutzfeldt A. Resin composite in dentistry: the monomer systems..
31. Schwartz RS, Summitt J. Fundamentos en Odontología Operatoria. Primera ed. Colombia.
32. Loguercio A, Reis A. Application of a dental adhesive using the self-etch and etch-and-rinse approaches..
33. Lanata EJ. Atlas Operatoria dental: Alfa omega ; 2008.
34. Vanja K, Xiaoqing S. Photodynamic effects of methylene blue-loaded polymeric nanoparticles on dental plaque bacteria. 2001..
35. Espinoza Wood TM. Análisis comparativo in vitro del grado de la filtración marginal de restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 con grabado ácido y Single Bond™ Universal con y sin grabado ácido..
36. Tejada Gómez JEM. Estudio in vitro sobre la microfiltración marginal en cavidades clase I oclusales restauradas, utilizando adhesivos de 4ta y 7ma generación en premolares superiores, Arequipa 2010. 2010..



# ANEXOS

## ANEXO 01

### Matriz de datos

ID	Pieza	Grupo	Grado
1	38	G-Bond GC	Grado 0
2	36	G-Bond GC	Grado 3
3	48	G-Bond GC	Grado 0
4	48	G-Bond GC	Grado 3
5	26	G-Bond GC	Grado 0
6	17	G-Bond GC	Grado 2
7	38	G-Bond GC	Grado 2
8	28	G-Bond GC	Grado 1
9	17	G-Bond GC	Grado 0
10	26	G-Bond GC	Grado 1
11	28	FGM Ámbar Universal	Grado 2
12	26	FGM Ámbar Universal	Grado 2
13	37	FGM Ámbar Universal	Grado 3
14	47	FGM Ambar Universal	Grado 0
15	18	FGM Ambar Universal	Grado 0
16	38	FGM Ambar Universal	Grado 0
17	28	FGM Ambar Universal	Grado 1
18	27	FGM Ambar Universal	Grado 0
19	17	FGM Ambar Universal	Grado 1
20	16	FGM Ambar Universal	Grado 0

## ANEXO 02

### Fotografías

#### Recolección de los dientes



#### Preparación de las cavidades clase I

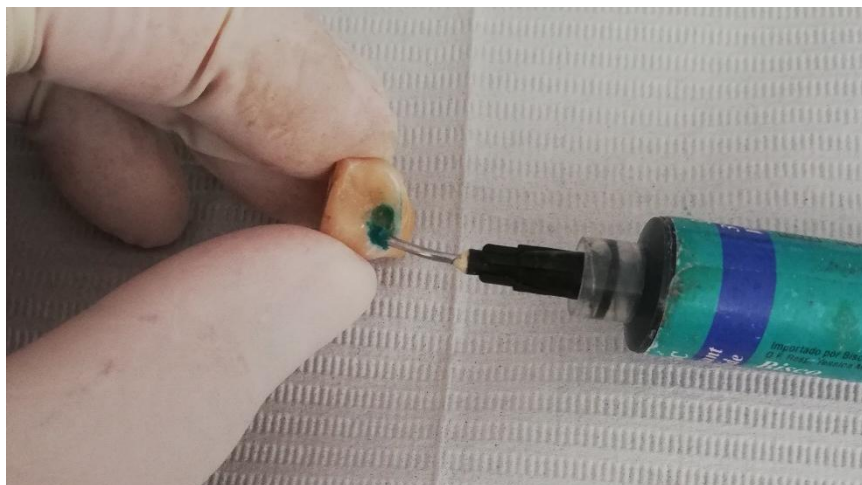


## Adhesivo GC G-bond y FGM Ambar universal, resina y ácido ortofosfórico

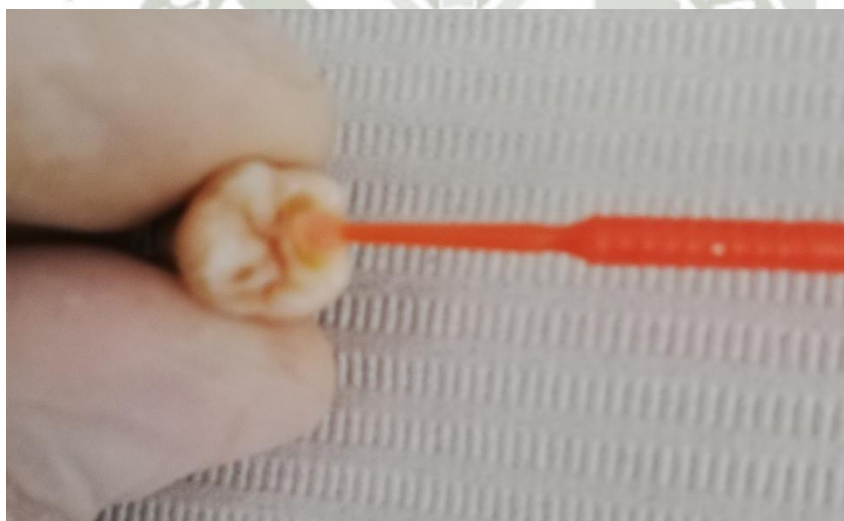


### Preparación de las muestras

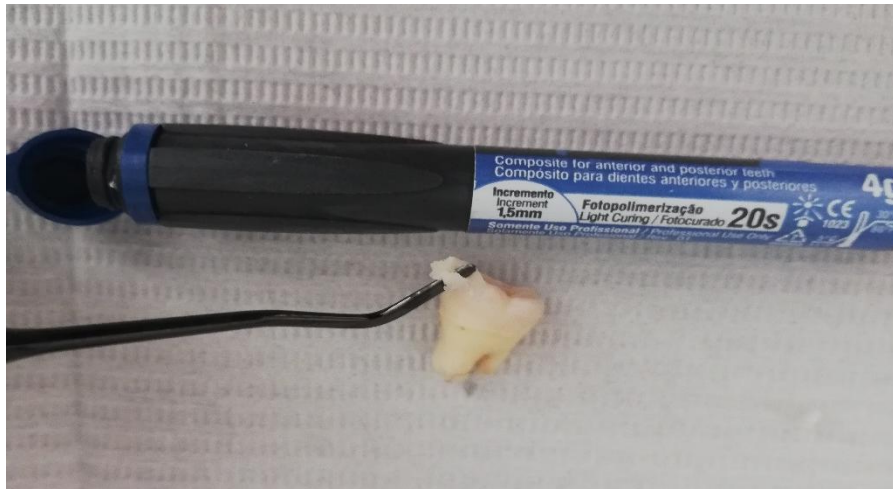




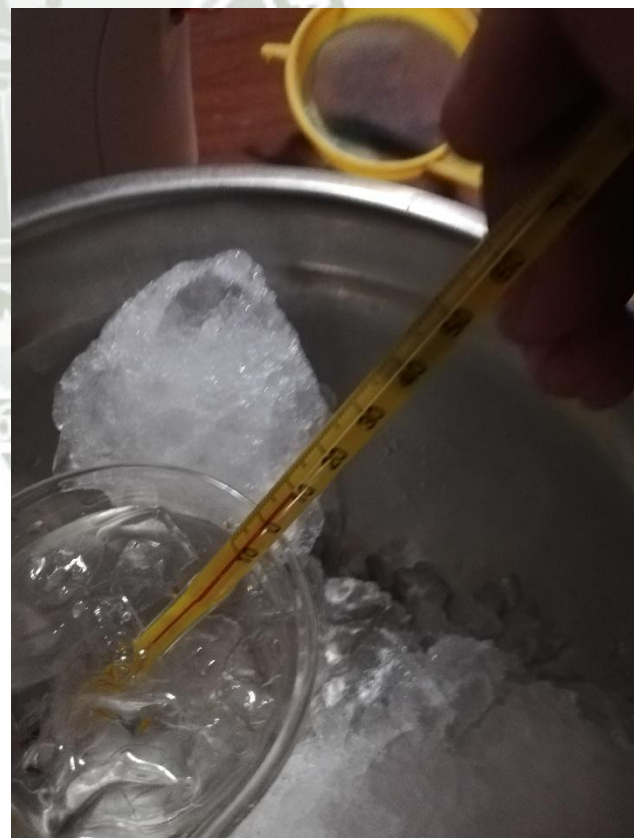
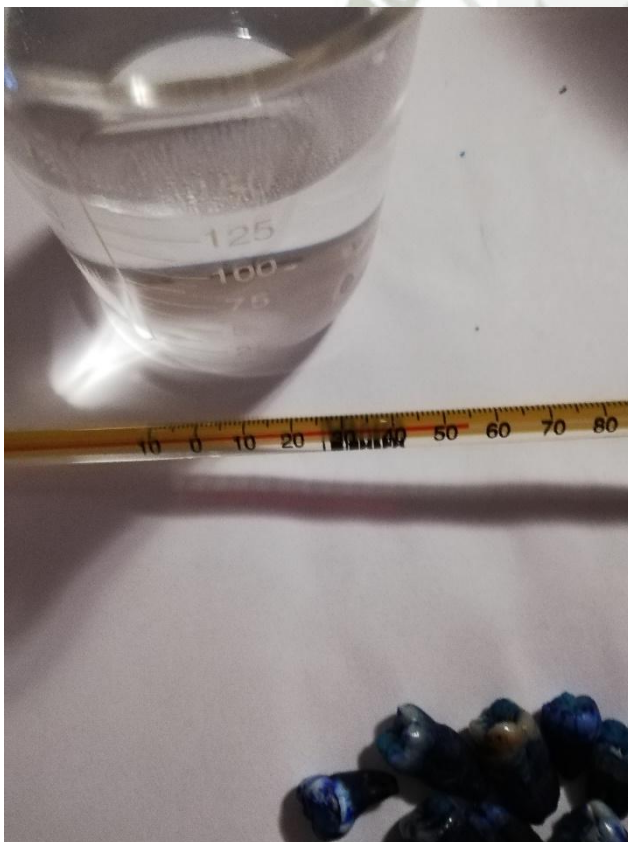
**Aplicación del adhesivo**



### Restauración con resina



### Termociclado



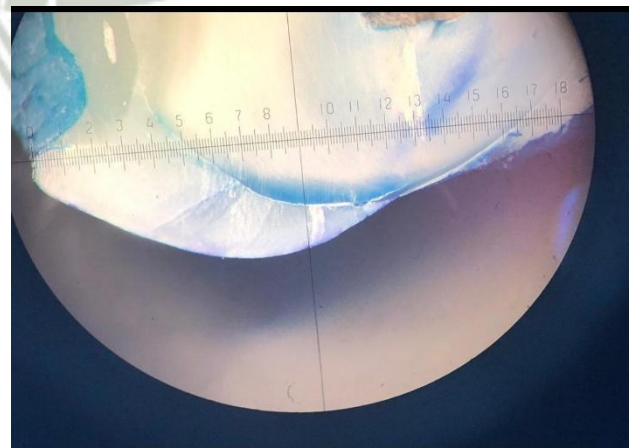
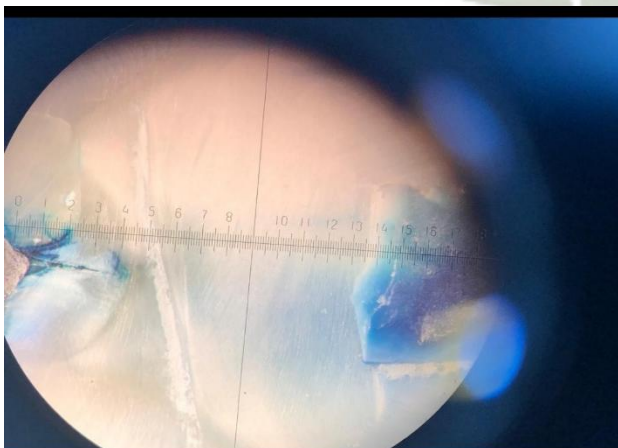
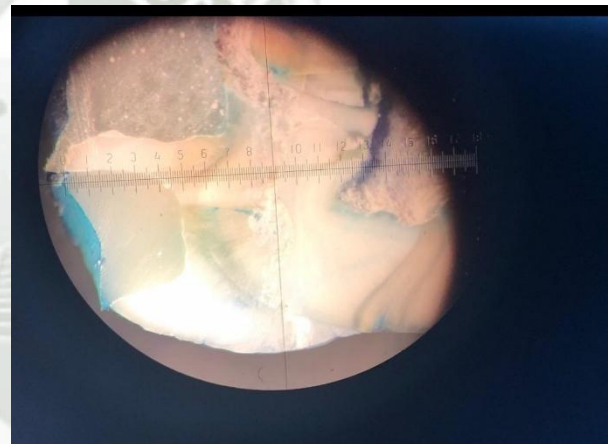
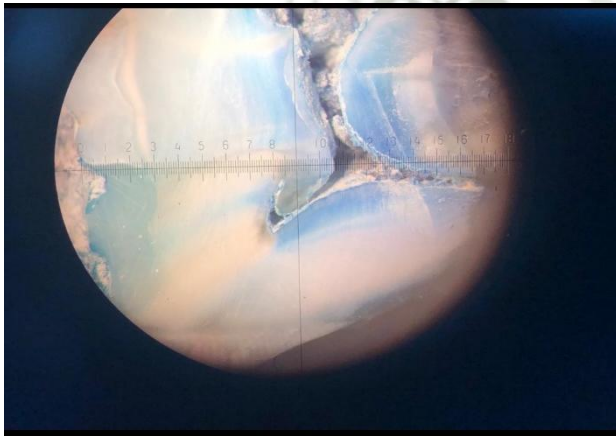
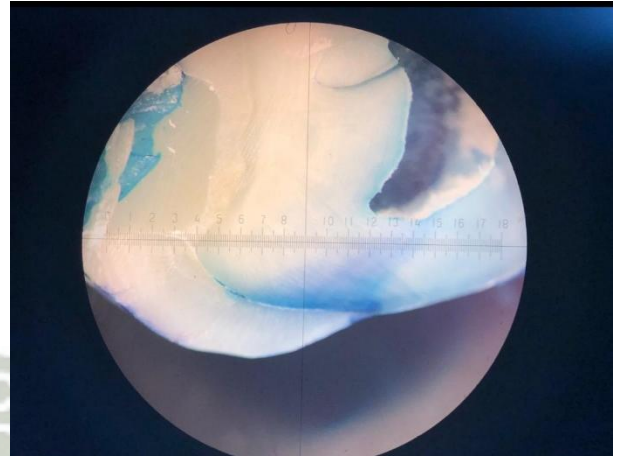
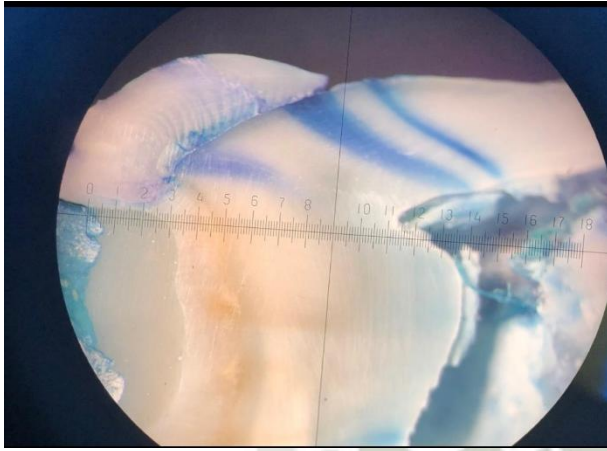
### Muestras después del termociclado en azul de metileno

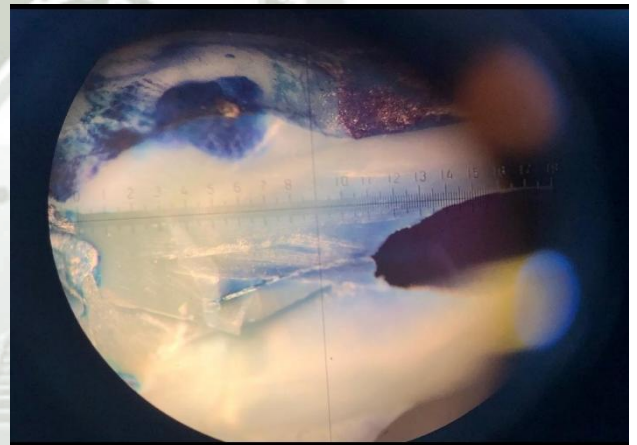
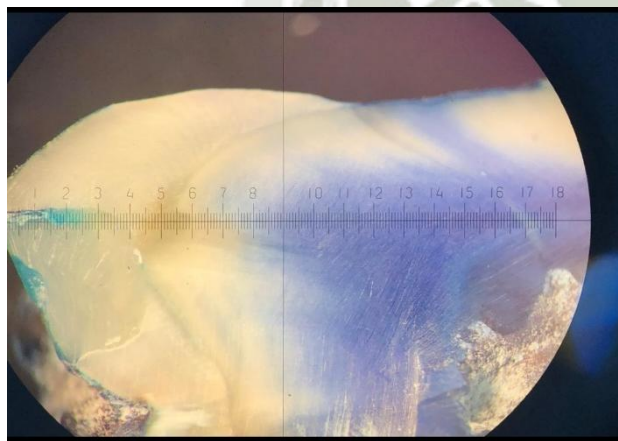
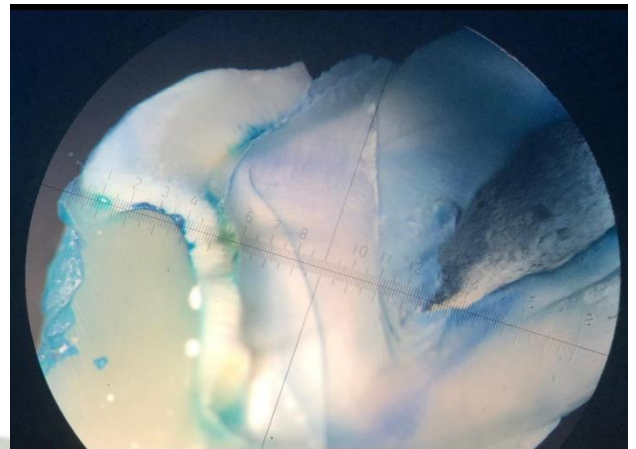
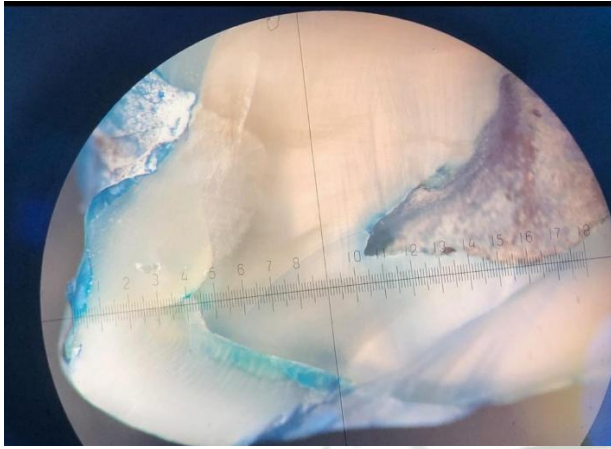


### Disco de corte extrafino para el corte transversal de las muestras



**Muestras de adhesivo G-Bond GC vistas en estereoscopio**





**Muestras de adhesivo FGM Ambar UNiversal vistas en estereoscopio**

